COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENTIÈME.

JANVIER — JUIN 1885.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1885

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1885.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. ✲).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✲).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✲).
BOUQUET (Jean-Claude) (O. ✲).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✲.
DARBOUX (Jean-Gaston) ✲.

Section II. — *Mécanique.*

SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✲).
PHILLIPS (Édouard) (O. ✲).
ROLLAND (Eugène) (G. O. ✲).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✲).
RESAL (Henry-Amé) ✲.
LÉVY (Maurice) (O. ✲).

Section III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✲).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✲).
LOEWY (Maurice) (O. ✲).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✲).
TISSERAND (François-Félix) ✲.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✲.

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✲).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✲).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✲).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✲.
PERRIER (Colonel François) (O ✲).
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (O. ✲).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✵).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ✵).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✵).
DESAINS (Quentin-Paul) (O. ✵).
CORNU (Marie-Alfred) ✵.
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (O. ✵).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✵).
FREMY (Edmond) (C. ✵).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ✵).
DEBRAY (Jules-Henri) ✵.
FRIEDEL (Charles) ✵.
TROOST (Louis-Joseph) ✵.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✵).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✵).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✵.
HÉBERT (Edmond) (O. ✵).
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✵.
GAUDRY (Jean-Albert) ✵.

SECTION VIII. — *Botanique.*

TULASNE (Louis-René) ✵.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✵).
NAUDIN (Charles-Victor) ✵.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✵).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✵.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✵).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (C. ✵).
BOULEY (Henri-Marie) (C. ✵).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✵).
SCHLOESING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✵).
REISET (Jules) (O. ✵).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (G. O. ✵).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ✵).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✵).
ROBIN (Charles-Philippe) ✵.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✵).
EDWARDS (Alphonse-Milne) (O. ✵).

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✵).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) O. ✵.
MAREY (Étienne-Jules) ✵.
BERT (Paul).
RICHET (Didier-Dominique-Alfred) (C. ✵).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ✵).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✵), pour les Sciences mathématiques.

JAMIN (Jules-Célestin) (C. ✵), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✵.
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✵).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✵).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✵).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ✵).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✵).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) ✵.
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✵).
CAILLETET (Louis-Paul) ✵.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✵, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✵, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✵), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ✵), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✵), à Heidelberg.

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION I[re]. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ✵, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ✵, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolph) (O. ✻), à Bonn.
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de) ✻, à Versailles.
Broch (Ole-Jacob) (O. ✻), à Christiania.
Boileau (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
Colladon (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
Dausse (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.

Section III. — *Astronomie* (16).

Hind (John-Russell), à Londres.
Adams (J.-C.), à Cambridge.
Cayley (Arthur), à Londres.
Struve (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Pulkova.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres.
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington.
Stephan (Jean-Marie-Édouard) ✻, à Marseille.
Oppolzer (Théodore d') (O. ✻), à Vienne.
Hall (Asaph), à Washington.
Gyldén (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
Schiaparelli (Jean-Virginius), à Milan.
De la Rue (Warren) (C. ✻), à Londres.
Gould (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
Richards (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
David (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
Nordenskiold (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ✻), à Stockholm.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Weber (Wilhelm), à Göttingue.
Hirn (Gustave-Adolphe), à Colmar.
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand) (c. ✵), à Berlin.
Kirchhoff (Gustave-Robert) (c. ✵), à Heidelberg.
Joule (James-Prescott), à Manchester.
Stokes (George-Gabriel), à Cambridge.
Abria (Jérémie-Joseph-Benoît) (o. ✵), à Bordeaux.
Lallemand (Étienne-Alexandre) ✵, à Poitiers.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève.
Frankland (Edward), à Londres.
Williamson (Alexander-William), à Londres.
Lecoq de Boisbaudran (Paul-Émile dit François) ✵, à Cognac.
Chancel (Gustave-Charles-Bonaventure) ✵, à Montpellier.
Stas (Jean-Servais) ✵, à Bruxelles.
N. . . . .
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Kokscharow (Général Nicolas de), à Saint-Pétersbourg.
Studer (Bernard) ✵, à Berne.
Lory (Charles) ✵, à Grenoble.
Abich (Guillaume-Germain), à Vienne.
Favre (Jean-Alphonse), à Genève.
Hall (James), à Albany.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile) ✻, à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
CLOS (Dominique), à Toulouse.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE) ✻, à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) ✻, à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
CORVO (João DE ANDRADE) (G. C. ✻), à Lisbonne.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) ✻, à Lyon.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

BECQUEREL (Edm.).
H.-MILNE EDWARDS.
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1884.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Jurien de la Gravière obtient. .		51	suffrages.
M. Bonnet.	»	2	»
M. Tresca.	»	2	»
M. Hermite	»	1	»
M. Janssen	»	1	»
M. Phillips	»	1	»

M. **Jurien de la Gravière**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1885.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1885, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **H.-Milne Edwards** et **Edm. Becquerel** réunissent la majorité absolue des suffrages.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Rolland** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1885.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le tome XCVI (1er semestre 1883) et le tome XCVII (2e semestre 1883) ont paru avec leur table.

Les numéros de l'année 1884 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Mémoires présentés par divers savants. — Le tome XXVIII a été mis en distribution au commencement du mois de septembre. Il renferme : 1° le Mémoire de M. Halphen sur la réduction des équations différentielles linéaires aux formes intégrables; 2° le Mémoire de M. Graeff, intitulé : Expériences sur le réservoir du Furens; 3° le Mémoire de M. Béchamp sur les matières albuminoïdes; 4° le Mémoire de M. l'Amiral Serre sur la trière athénienne; 5° le Mémoire de M. Haton de la Goupillière, portant pour titre : Problème inverse des brachistochrones.

Documents concernant le Phylloxera. — Au mois de septembre a paru le IVe fascicule des observations sur le Phylloxera et les parasitaires de la vigne par les délégués de l'Académie. Il contient, accompagné de onze

planches gravées, le Mémoire de M. Balbiani sur le Phylloxera du chêne et le Phylloxera de la vigne. Viennent ensuite : les Mémoires de M. Laugier intitulés : Désinfection des végétaux d'ornement, destinés au commerce d'exportation ; Résultats fournis par les traitements des vignes phylloxérées dans les Alpes-Maritimes; les Mémoires de M. F. Henneguy sur le Phylloxera gallicole et sur les procédés de M. Mandon et de M. A. Vigié pour le traitement des vignes phylloxérées; enfin le Mémoire de M. P. Boiteau sur les générations parthénogénésiques du Phylloxera et sur les résultats obtenus par divers modes de traitement des vignes phylloxérées.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XLIII a été réservé au travail de notre regretté Confrère, M. Yvon Villarceau, sur l'établissement des arches de pont. Le Mémoire proprement dit forme dix-sept feuilles qui sont tirées; viennent ensuite les Tables qui ont dix-huit feuilles tirées. L'impression est momentanément suspendue.

Le tome XLIV ne renferme jusqu'ici que deux Mémoires de MM. Becquerel, faisant suite à leurs recherches sur la température de l'air à la surface du sol et sous la terre, jusqu'à 36^{m} de profondeur, pour les années 1881 et 1882; ces deux Mémoires forment treize feuilles.

L'imprimerie n'a pas reçu de copie nouvelle.

Documents relatifs au Passage de Vénus. — La publication des documents concernant l'observation de 1874 touche à sa fin; la 2e Partie du tome III, la seule qui restait encore à publier, renferme les travaux de Botanique, d'Anatomie et de Géologie effectués par M. le Dr H. Filhol, attaché à la mission de l'île Campbell. Elle a maintenant soixante-seize feuilles tirées; la composition va être achevée. L'impression des nombreuses planches qui accompagnent ce volume est à peu près terminée.

Dès 1882, l'Académie s'est préoccupée de la préparation du premier volume des documents concernant le Passage de Vénus du mois de décembre de cette même année.

Elle a obtenu les bons à tirer des Rapports ou Mémoires dont l'indication suit :

Rapport au nom de la Sous-Commission chargée de faire des propositions définitives au sujet de l'installation des appareils photographiques du Passage de Vénus en 1882 et des dispositions à prendre pour les mesures micrométriques, par M. P. Hatt;

Note relative à des expériences faites sur l'oculaire d'Arago, à prismes biréfringents, par M. G. Fleuriais;

Projet d'instructions (Traduction des instructions anglaises);

Instruction pour l'observation des contacts des bords (Traduction des instructions allemandes);

Remarques de MM. Stone et Newcomb sur les instructions formulées par la Conférence internationale de Paris;

Sur les opérations à exécuter pour tirer parti des photographies du Passage de Vénus, par M. Wolf;

Sur les mesures des épreuves photographiques, par M. Bouquet de la Grye.

Les Rapports préliminaires des Chefs de mission sur l'observation du 6 décembre 1882 ont été mis en distribution au commencement de cette année 1884.

L'ensemble de ces Mémoires ou Rapports forme aujourd'hui quarante feuilles.

L'imprimerie n'a plus de manuscrit.

Mémoires présentés par divers Savants. — Le tome XXIX est en cours d'impression. Il renferme le Mémoire de M. Henry J.-S. Smith, sur la représentation des nombres par des sommes de cinq carrés. Ce Mémoire forme neuf feuilles qui sont tirées. A la suite de cet Ouvrage, vient celui de M. Minkowski, sur le même sujet. Il forme vingt-trois feuilles qui sont également tirées.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1884.

Membres décédés.

Section de Chimie : M. **Wurtz**, le 12 mai.
Section d'Economie rurale : M. **Thenard**, le 8 août.
Secrétaire perpétuel : M. **Dumas**, le 11 avril.
Académicien libre : M. **du Moncel**, le 26 mai.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Darboux**, le 3 mars, en remplacement de M. Puiseux.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bouquet de la Grye**, le 7 avril, en remplacement de M. Yvon Villarceau.

Section de Physique : M. **Mascart**, le 15 décembre, en remplacement de M. Jamin, élu Secrétaire perpétuel.

Section de Chimie : M. **Troost**, le 7 juillet, en remplacement de M. Wurtz.

Section d'Economie rurale : M. **Reiset**, le 22 décembre, en remplacement de M. Thenard.

Secrétaire perpétuel : M. **Jamin**, le 9 juin, en remplacement de M. Dumas.

Académiciens libres : M. **Haton de la Goupillière**, le 21 janvier, en remplacement de M. de la Gournerie; M. **de Fauque de Jonquières**, le 24 mars, en remplacement de M. Bréguet; M. **Cailletet**, le 26 mai, en remplacement de M. du Moncel.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1884.

Correspondants décédés.

Section de Minéralogie : M. **Quintino Sella**, à Rome, le 14 mars 1884.

Section d'Economie rurale : M. **Mac Cormick**, à Chicago, le

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Bouisson**, à Montpellier, le 26 mai 1884.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Salmon**, à Dublin, le 23 juin, en remplacement de M. Spottiswoode, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Hall**, à Albany, le 15 juillet, en remplacement de M. Lawrence Smith, décédé.

Section d'Economie rurale : M. **de Andrade Corvo**, à Lisbonne, le 28 juillet, en remplacement de M. Mac Cormick, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Plantamour**, à Genève, décédé le 7 septembre 1882; M. **Roche**, à Montpellier, décédé le 18 avril 1883.

Section de Géographie et Navigation : M. l'Amiral **Lutke**, à Saint-Pétersbourg, décédé le   août 1882; M. le Général **Sabine**, à Londres, décédé le 26 juin 1883; M. **Cialdi**, à Rome, décédé le 26 juin 1882.

Section de Physique : M. **Plateau**, à Gand, décédé le 15 septembre 1883.

Section de Chimie : M. **Bunsen**, à Heidelberg, élu Associé étranger le 26 décembre 1882.

Section de Minéralogie : M. **Quintino Sella**, à Rome, décédé le 14 mars 1884; M. **Cailletet**, à Châtillon-sur-Seine, élu Académicien libre le 26 mai 1884.

Section de Botanique : M. **Darwin**, à Down, Beckenham, décédé le 19 avril 1882; M. **Duval-Jouve**, à Montpellier, décédé le 25 août 1883; M. **O. Heer**, à Zurich, décédé le 27 septembre 1883.

Section d'Economie rurale : M. **Girardin**, à Rouen, décédé le 30 mai 1882; M. **Reiset**, à Écorchebœuf, élu Académicien titulaire le 22 décembre 1884.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 15 juillet 1879; M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre 1880.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Schwann**, à Liège, décédé le 21 janvier 1882; M. **Bouisson**, à Montpellier, décédé le 26 mai 1884.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Victor Dessaignes*, Correspondant de la Section de Chimie, décédé à Vendôme le 5 janvier 1885.

M. **Berthelot** s'exprime alors comme il suit :

« Dessaignes, qui vient de s'éteindre dans un âge avancé, occupe une place distinguée parmi les chimistes français. Il n'est entré dans la Science qu'assez tard, en 1845, et il avait cessé de produire depuis vingt ans. Ses travaux laissent une trace modeste, mais ineffaçable. Je demande à l'Académie la permission de lui rappeler les principales découvertes de son Correspondant.

» En 1845, Dessaignes observa le dédoublement de l'acide hippurique en acide benzoïque et glycollammine, et, s'attachant à ce premier résultat,

il réussit, en 1853, à opérer en sens inverse la synthèse de cet acide hippurique, qui joue un rôle important dans l'économie des herbivores. L'oxydation des acides tartrique et malique, étudiée avec méthode à partir de 1850, le conduisit à découvrir deux acides nouveaux, les acides tartronique et malonique, acides dont le dernier est l'un des termes les plus intéressants des séries organiques.

» Il réussit également à reproduire l'acide aspartique au moyen du bimalate d'ammoniaque, à changer l'acide malique en acide succinique (1849), et l'acide tartrique en acide malique (1860), réactions qui établissent des liens essentiels entre plusieurs des acides fondamentaux de la végétation. Enfin il changea les acides tartrique et paratartrique en acide tartrique inactif et réussit, en 1865, à revenir de l'acide tartrique inactif à l'acide paratartrique.

» On voit que les recherches de Dessaignes ont été principalement tournées vers l'étude des composés qui font partie des êtres vivants et plus particulièrement vers celle des acides organiques et de leurs dérivés. L'Académie les honora en leur décernant en 1860 le prix Jecker et en nommant leur auteur son Correspondant en 1868. Elles se distinguent par l'esprit de suite qui les a dirigées, par la finesse et la simplicité des déductions et par la précision des résultats.

» Les travaux de cet ordre, s'ils ne sont pas tout dans la Science, concourent cependant à lui fournir ses matériaux les plus durables et ses fondements les plus solides. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Etudes chimiques sur le squelette des végétaux* (IIIe Partie); par MM. E. **Fremy** et **Urbain**.

La cutose.

« La substance remarquable que l'un de nous a désignée, dans un travail précédent, sous le nom de *cutose*, recouvre et protège les organes aériens des végétaux; on la trouve souvent aussi dans les parties fibreuses des plantes.

» La cutose est, au point de vue des caractères chimiques, la plus intéressante de toutes les substances qui constituent le squelette des végétaux : elle se rapproche beaucoup des corps gras par ses propriétés et sa composition, mais cependant elle s'en éloigne par un certain nombre de caractères que nous allons faire ressortir.

» L'épiderme des feuilles est en partie constitué par la cutose; lors-

qu'on fait macérer des feuilles dans l'eau, à une température de 30° à 35°, le parenchyme s'altère et, au bout de quelques jours, il est possible de séparer mécaniquement, d'une part, les fibres et les vaisseaux qui constituent en quelque sorte la charpente de la feuille, et de l'autre la membrane épidermique.

» Nous avons reconnu qu'on peut arriver plus rapidement au même résultat en plongeant pendant quelques minutes les feuilles dans de l'acide chlorhydrique bouillant; on opère ensuite facilement la séparation de l'épiderme d'avec les fibres et les vaisseaux.

» L'épiderme, ainsi obtenu, est formé par trois substances différentes: à la surface se trouve un corps résineux qui est soluble dans l'alcool bouillant; viennent ensuite deux membranes qui sont soudées l'une à l'autre, mais qui présentent des caractères différents; celle qui touche au tissu cellulaire et qui est intérieure est formée par un corps cellulosique insoluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique, mais qui devient soluble dans ce réactif après l'action de l'acide chlorhydrique. Cette première membrane a donc pour base la *paracellulose;* quant à la membrane extérieure qui est recouverte par le corps résineux, elle est constituée par un corps spécial qui est la cutose.

» Pour obtenir la quantité de cutose qui était utile à nos recherches, nous avons opéré sur des feuilles d'Agave venant du jardin d'Antibes et que notre savant Confrère, M. Naudin, a bien voulu mettre à notre disposition.

» La membrane cutosique brute, dont nous venons de parler, donne de la cutose pure lorsqu'on la soumet aux traitements suivants : nous faisons agir d'abord l'alcool bouillant et ensuite l'éther qui enlèvent la résine et les corps gras; les substances cellulosiques sont éliminées, soit au moyen de l'acide sulfurique trihydraté qui ne dissout pas la cutose, soit par le réactif ammoniaco-cuivrique: nous n'avons pas trouvé de vasculose dans la membrane épidermique.

» La cutose ainsi préparée peut être considérée comme pure : elle résiste à l'action des acides énergiques; elle est insoluble dans les dissolutions étendues de potasse, de soude et d'ammoniaque; les dissolvants neutres n'agissent pas sur elle, mais les agents d'oxydation et les liqueurs alcalines bouillantes produisent sur la cutose des modifications intéressantes que nous allons décrire.

» Sous l'influence de l'acide nitrique, la cutose donne d'abord des corps résineux et ensuite de l'acide subérique. Les dissolutions alcalines et même les dissolutions de carbonates alcalins, à la température de l'ébullition,

dissolvent la cutose, la dédoublent et la changent en une sorte de savon qui est soluble dans l'eau et insoluble, soit dans un excès d'alcali, soit dans les dissolutions salines. La baryte, la strontiane et la chaux opèrent également le dédoublement de la cutose.

» Sous l'influence des bases, la cutose donne naissance à deux acides gras nouveaux : l'un est solide, nous l'avons nommé *stéarocutique;* l'autre est liquide, nous le nommons *oléocutique.*

» Ce dernier acide liquide présente les caractères généraux des acides gras liquides; l'acide solide s'éloigne, au contraire, par plusieurs propriétés des acides gras solides connus: il est blanc, fusible à 76°; presque insoluble dans l'alcool et l'éther froids, à peine soluble dans l'alcool bouillant et faisant prendre la liqueur en gelée par le refroidissement; ses véritables dissolvants sont la benzine et l'acide acétique cristallisable; par l'évaporation de ces liquides, il se dépose en petites aiguilles; l'acide une fois fondu donne, par le refroidissement, un corps résineux qui n'est pas cristallin.

» Les combinaisons que les alcalis forment avec l'acide stéarocutique établissent une différence bien marquée entre ce corps et les autres acides gras; lorsqu'on fait bouillir cet acide avec des dissolutions étendues de potasse de soude ou d'ammoniaque, on obtient des sels gélatineux; mais, en filtrant le liquide, on reconnaît que ces sels sont insolubles dans l'eau; pour obtenir des stéarocutates solubles et bien définis, il faut faire agir, sur l'acide, des dissolutions alcooliques et bouillantes d'alcalis caustiques; le liquide laisse alors déposer des stéarocutates cristallisés.

» Les deux acides engendrés par la cutose jouissent de la propriété de se combiner entre eux sous l'influence de l'alcool bouillant et forment un acide double qui se dépose par le refroidissement de la liqueur en petits mamelons jaunâtres.

» Après avoir constaté la transformation, par l'action des alcalis, de la membrane cutosique en deux acides, l'un solide et l'autre liquide, nous avions à établir la constitution de la cutose et à rechercher par exemple si, dans cette espèce de saponification, il ne se produirait pas de la glycérine, ou tout autre corps complémentaire jouant le rôle d'alcool.

» Cette étude nous a retenus pendant bien longtemps: les difficultés que nous avons rencontrées étaient dues principalement à la rareté de la matière première: du reste, nous devons déclarer que tous les essais que nous avons tentés dans cette direction ont été absolument infructueux.

» L'analyse ne nous donnant aucun résultat satisfaisant relativement à

la constitution de la cutose, nous avons eu recours à la synthèse, et nous avons cherché à reproduire, au moyen des deux acides oléo et stéaro-cutique, un composé présentant une certaine analogie avec la cutose, et se trouvant, comme elle, insoluble dans l'alcool, dans l'éther, dans les dissolutions alcalines froides, mais soluble dans les liqueurs alcalines bouillantes.

» Nos essais, étant une fois engagés dans cette direction, nous ont donné alors des résultats très intéressants.

» Nous avons reconnu en effet que, sous des influences nombreuses, les deux acides de la cutose employés seuls ou combinés entre eux peuvent éprouver une modification profonde dans leurs propriétés.

» Ainsi les deux acides peuvent, dans certains cas, perdre leur solubilité dans l'alcool, dans l'éther et même dans les dissolutions alcalines froides : l'acide solide, dont le point de fusion était d'abord de 75°, peut éprouver des changements dans son point de fusion qui s'élève à 95°; l'acide liquide peut lui-même devenir membraneux : *en un mot, les deux acides de la cutose, une fois modifiés, acquièrent des propriétés nouvelles qui les rapprochent beaucoup de la cutose primitive ; ils forment une substance neutre qui, par l'action des alcalis caustiques, éprouve comme la cutose une sorte de saponification ; c'est là, nous le croyons, le point saillant de notre travail.*

» Cette transformation curieuse des deux acides dérivés de la cutose se produit sous l'influence de la chaleur et même par l'action de la lumière ; elle est réellement isomérique, car elle s'opère dans des tubes scellés et à l'abri de l'air : nous avons reconnu en outre que les acides modifiés conservent leur composition première.

» La membrane cutosique peut donc être considérée comme ayant pour base principale une combinaison de l'acide stéarocutique et de l'acide oléocutique : seulement ces deux acides se trouvent, dans la cutose, sous des modifications isomériques qui les rendent insolubles dans l'alcool, dans l'éther et dans les dissolutions alcalines.

» L'état membraneux des deux acides de la cutose n'est pas dû uniquement à la modification isomérique des acides dont nous venons de parler, mais aussi à la présence de la chaux et du phosphate de chaux qui se trouvent toujours, en proportion notable, dans la cuticule.

» Dans le cours de ces recherches, nous avons eu à constater une autre transformation isomérique produite, par l'action de la chaleur, sur un corps qui présente une grande analogie avec la cutose : nous voulons parler ici de la substance résineuse qui recouvre un grand nombre de feuilles.

» Cette résine, qui, par sa composition, se rapproche beaucoup de la

cutose, en diffère par sa solubilité dans l'alcool bouillant et sa résistance à l'action des alcalis même concentrés; lorsqu'on la chauffe, elle perd entièrement sa solubilité dans l'alcool bouillant. Nous avons reconnu que cette transformation n'altère en rien la composition de la substance.

» Il nous reste à faire connaître les résultats analytiques qui confirment les faits que nous venons d'exposer :

	Cutose des feuilles de lierre extraite par le réactif cuivrique.	Cutose des feuilles de lierre extraite par SO^2, 3HO.	Cutose d'agave extraite par macération.
Carbone.......	68,424	68,01	68,293
Hydrogène.....	8,677	9 20	8,953
Oxygène.......	22,899	22,79	22,754

	Résine des feuilles soluble dans l'alcool	Résine des feuilles devenue insoluble dans l'alcool.
Carbone.......	69,26	69,16
Hydrogène.....	11,17	10,89
Oxygène.......	19,59	19,95

Acide stéarocutique.

			Théorie.
Carbone...	75,55	C^{56}...	75,000
Hydrogène.	10,35	H^{48}...	10,714
Oxygène...	14,10	O^8...	14,286

Acide oléocutique.

			Théorie.
Carbone...	66,594	C^{28}...	66,666
Hydrogène.	8,192	H^{20}...	7,936
Oxygène...	25,214	O^8...	25,398

» Les équivalents de ces deux acides ont été déterminés par l'analyse des sels de potasse, de chaux et de baryte.

» En négligeant les petites quantités de chaux et de phosphate de chaux contenues dans la cuticule, on peut admettre que la partie organique de la cutose contient les éléments de $5^{éq}$ d'acide oléocutique et de $1^{éq}$ d'acide stéarocutique; dans cette hypothèse, la théorie conduit aux nombres suivants :

C.......	68,852
H..........................	8,665
O..........................	22,483

» Ces nombres diffèrent peu de ceux que nous avons trouvés en analysant la cutose; en outre, dans la décomposition de la cutose par les alcalis, nous avons reconnu que les deux acides se produisent sensiblement dans le rapport que nous venons d'indiquer.

» Telles sont les propriétés de la substance qui recouvre les organes aériens des végétaux : elle présente une importance incontestable, non seulement au point de vue chimique, mais aussi sous le rapport physiologique.

» La cutose qui, en raison de sa stabilité et de sa résistance à l'action des agents chimiques, semble avoir pour rôle principal de protéger les organes délicats des végétaux, ne se trouve pas seulement à la surface des tissus aériens, tels que ceux qui forment les fleurs, les fruits et les tiges, mais elle pénètre souvent dans leur intérieur; nous avons trouvé jusqu'à 43 pour 100 de cutose dans le liège; elle existe aussi dans les faisceaux qui sont formés par les fibres textiles.

» En résumé, les trois corps qui ont été découverts par l'un de nous dans les tissus des végétaux, c'est-à-dire la pectose, la vasculose et la cutose, ne sont pas seulement intéressants par leurs caractères chimiques, mais ils présentent aussi une grande importance au point de vue de l'industrie.

» Les opérations du rouissage, du teillage, du blanchiment des fils, de la fabrication de la pâte à papier, ont pour base l'élimination des trois substances précédentes, par les procédés que nous avons indiqués.

» Lorsqu'on soumet les corps filamenteux du chanvre, du lin, de la ramie, etc., à des agents chimiques qui éliminent complètement la pectose, la vasculose et la cutose sans altérer la partie fibreuse, on obtient une seule et même matière qui a souvent l'aspect de la soie, que nous désignerons sous le nom de *Fibrisoie* et qui donnera lieu certainement à des applications nouvelles.

» En apportant à la Science des faits nouveaux, nous sommes donc heureux d'avoir donné à l'industrie des documents qu'elle pourra utiliser. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tremblements de terre du midi de l'Espagne.* Note de M. **Hébert**.

« J'ai reçu, en date du 26 décembre, de M. Noguès, géologue français qui dirige des exploitations de mines à Séville, une Lettre relative au tremblement de terre qui s'est fait sentir le 25 dans cette ville. Je demanderai à l'Académie de lui soumettre quelques considérations à ce sujet.

» M. Noguès m'écrit :

« Le 25 décembre 1884, à 9^h moins 7^m du soir, un tremblement de terre assez intense s'est fait sentir à Séville. Il y a eu deux secousses, séparées par un intervalle de quelques

secondes; la première a duré de huit à neuf secondes, la deuxième, de cinq à six secondes. La direction du mouvement oscillatoire du sol était E.-O., rapprochée, par conséquent, de la ligne de fracture des roches pyrogènes (pyroxènes amphiboliques) de la Sierra-Morena.

» Deux jours avant la manifestation du phénomène, le vent était au N.-E. et la pression était élevée; le 24, le vent était au sud, et la pression avait beaucoup diminué; la journée du 25 a été pluvieuse, avec averses venant du sud.

» Ce tremblement de terre a été assez intense pour crevasser, fendiller plusieurs maisons, faire tomber des balcons, etc. »

» Les journaux ont fait connaître que les tremblements de terre ont pris le 25 et les jours suivants une extension considérable; qu'ils ont causé d'immenses ruines, écrasé ou englouti des milliers d'habitants. De pareils cataclysmes, les plus violents peut-être que l'Espagne ait subis de mémoire d'homme, sont une menace pour l'avenir; et il me paraît nécessaire qu'une étude sérieuse en recherche les causes, afin, s'il est possible, de se mettre en mesure d'en atténuer les effets.

» Cette cause réside incontestablement dans la structure du sol. Si l'on consulte les travaux géologiques, publiés depuis douze années par M. Macpherson, sur les provinces de Cadix, de Séville et de Malaga, travaux illustrés par des cartes et de nombreuses coupes exécutées avec soin ([1]), on reconnaîtra que toute la contrée, depuis Cadix jusqu'au nord de la province de Séville, est complètement disloquée. Les couches secondaires et tertiaires dont le sol est formé sont plissées, contournées, brisées par de nombreuses failles, et souvent traversées par des roches éruptives anciennes et modernes. Parmi ces dernières se trouve le basalte.

» Que l'on jette les yeux sur la carte géologique de l'Espagne par de Verneuil et Collomb (Paris, 1868), on verra que la structure du sol, telle que je viens de l'indiquer, entre Cadix, Séville et Malaga, reste à peu près la même sur une large bande dirigée ouest-sud-ouest à est-nord-est, comprise entre la Méditerranée au sud, et une ligne partant de Séville, passant par Cordoue, Linarès, Albacete, pour aboutir à Valence.

» Les îles Baléares sont dans le prolongement de cette bande : un

---

([1]) *Bosqueio geologico de la provincia de Cadix*, 1872. — *Descr. orografica y geologica de la Serrania de Ronda*, Cadix, 1874. — *Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cadiz*; 1876. — *Fenomenos dinamicos que han contribuido al relieve de la Serrania de Ronda*; 1878. — *Estudio geologico y petrografico del norte de la provincia de Sevilla*; Madrid, 1879. — *Relacion entre las formas orograficas y la constitucion geologica de la Serrania de Ronda*, Madrid, 1881.

excellent livre, publié en 1879 [1] par notre élève regretté M. Henri Hermite, nous montre que ces îles sont composées des mêmes terrains que la zone précédente, coupés de failles et disloqués comme à Séville et à Grenade. Nous ne serions pas étonnés d'apprendre que le tremblement de terre de l'Andalousie s'est propagé jusque-là. Déjà Valence et la côte voisine ont ressenti des secousses.

» Quant à l'Andalousie, la vue seule des coupes de M. Macpherson suffit pour montrer que l'agencement des masses minérales, tel qu'il est en ce pays, ne peut constituer un équilibre stable; il est donc tout naturel qu'il s'y produise des mouvements, des crevasses et même des effondrements.

» A Albumelas, l'église et plusieurs maisons avec leurs habitants ont été englouties dans une crevasse; on a signalé, à Zofferraga, un affaissement du sol sur plus d'une lieue d'étendue; le village de Guevajar descend d'un mouvement continu vers le fond de la vallée; à Rigordo (Grenade), de profondes crevasses ont donné issue à des sources d'eau chaude; près de Nerja, un énorme bloc est tombé à la mer, et un bruit souterrain épouvantable s'est fait entendre. Les ports de l'Andalousie ont ressenti les secousses, et l'agitation extraordinaire des eaux montre que ces secousses se sont propagées au sud, sous la mer.

» Il serait de la plus grande utilité que ces mouvements, et tous les dérangements qui ont pu en résulter, soient étudiés sur les lieux, relevés avec la plus grande précision, et tracés sur une Carte géologique à une grande échelle, comme nos Cartes cadastrales, aussi bien que sur les Cartes marines de ces côtes.

» Tous les géologues savent, par l'histoire des périodes géologiques, que les failles et fractures anciennes se sont souvent rouvertes, et cela à plusieurs reprises. Évidemment il faut éviter, à moins de cas exceptionnels, d'élever des constructions de quelque importance snr les emplacements où existent des failles.

» D'après les renseignements que nous fournissent les journaux, les localités atteintes par les tremblements de terre sont presque toutes distribuées sur deux zones, l'une au sud du massif secondaire (jurassique et crétacé) qui contourne au nord la province de Malaga et celle de Grenade, et l'autre au nord de cette chaîne.

[1] *Études géologiques sur les îles Baléares.*

» A la zone sud appartiennent Antequera, Malaga, Velez, Periana, Torrox, Almunacar, Motril, Alhama (près de 1500 maisons détruites, plus de 400 morts), Albunelas et villages voisins (2500 maisons détruites, plus de 700 morts), Jeyana, Grenade et Capileira dans la Sierra Nevada. Ce sont les localités les plus éprouvées.

» La zone nord comprend Cadix, Xérès, Séville, Cordoue, Jaen, Linarès et, prolongée, rencontre Valence. Des secousses se sont fait ressentir dans toutes ces villes.

» Comme je l'ai dit, les Baléares sont comprises entre ces deux zones. Or ces îles montrent sur leurs côtes des saillies, entre lesquelles il existe, à plus de 80^m au-dessus de la mer, du terrain quaternaire marin en couches horizontales. Les Baléares ont donc, depuis la période quaternaire, été exhaussées de plus de 100^m, et cet exhaussement a été limité au sud et au nord par des fractures, qui se trouvent précisément dans le prolongement des zones de dislocations définies ci-dessus.

» Si les dislocations, qui ont donné à cette partie des régions méditerranéennes leur forme actuelle, en fixant les contours des terres et de la mer, sont très anciennes par rapport à l'histoire de l'homme, elles sont très récentes au point de vue géologique, et les phénomènes actuels, dont la manifestation dure depuis près de quinze jours, nous avertissent que la cause en est toujours présente et active.

» Le reste de la Péninsule ne paraît pas s'être beaucoup ressenti de cette instabilité des régions méditerranéennes; cependant on a annoncé que la ville d'Albuquerque, un peu au nord du parallèle de Lisbonne, vient d'être détruite le 26 et le 27, et que de légères secousses ont été constatées au nord, dans la Galice. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un hydrate de chloroforme;* par MM. G. Chancel et F. Parmentier.

« I. Dans l'étude de la solubilité du chloroforme dans l'eau, étude dont nous donnerons prochainement les résultats, nous avons été amenés à maintenir dans de la glace fondante, pendant un temps assez long, du chloroforme et de l'eau, en ayant soin d'agiter fréquemment ce mélange. Nous avons vu, dans ces conditions, se former des cristaux à la surface de séparation des deux liquides. La quantité de cristaux produits augmente lentement quand on laisse le système au repos : la diffusion du chloroforme dans l'eau, déjà très lente par elle-même, est entravée encore par la couche

solide séparant les deux liquides. Mais, par une agitation fréquemment réitérée, on arrive à obtenir en peu de temps telle quantité du produit que l'on désire, si l'on a soin de maintenir le système à une température voisine de 0°. Il se forme un hydrate de chloroforme parfaitement défini et très bien cristallisé.

» La formation de cet hydrate est quelquefois assez difficile à obtenir, lors même que le chloroforme et l'eau sont maintenus à 0°; l'agitation de ces deux liquides ne produit pas à coup sûr la combinaison des deux corps. Mais l'introduction dans la liqueur de quelques cristaux d'hydrate détermine aussitôt la formation d'une certaine quantité de produit. Il se passe ici un phénomène analogue à celui que l'on constate dans la surfusion.

» On ne peut pas non plus reproduire à coup sûr cet hydrate, par un abaissement de température au-dessous de 0°. Nous avons obtenu, en effet, en refroidissant, dans un mélange de sel marin et de glace, du chloroforme en présence de l'eau et en agitant constamment le mélange, non pas de l'hydrate de chloroforme, mais de la glace contenant des quantités très faibles de chloroforme. Ce résultat peut s'expliquer par ce fait que la chaleur de formation de l'hydrate de chloroforme est, comme on le verra plus loin, inférieure à la chaleur de solidification de l'eau ([1]).

» L'hydrate de chloroforme que nous avons obtenu se présente sous la forme de lamelles incolores, assez semblables comme aspect aux cristaux de chlorate de potasse. Ces lamelles peuvent prendre un diamètre assez considérable et quelques-unes affectent la forme d'un hexagone régulier. Leur densité est comprise entre la densité du chloroforme liquide et la densité de la dissolution de chloroforme dans l'eau. Quand, en effet, on les met à 0° en suspension dans un vase contenant du chloroforme et de l'eau, on les voit tomber au fond de l'eau et flotter au-dessus du chloroforme. Cet hydrate fond à la température de 1°,6, de sorte que l'intervalle de température de sa formation facile est assez restreint. En fondant, il produit un liquide laiteux semblable comme aspect à celui qu'on obtient par une agitation énergique du chloroforme avec de l'eau. Ce liquide s'éclaircit assez rapidement; le chloroforme tombe au fond du vase et

---

([1]) MM. Sajoleyi et Ballo (*Deutsch. Chem. Gesellsch.*, t. CLXXI, p. 160) ont constaté, dans le passage d'un rapide courant d'air humide à travers du chloroforme, la production de flocons neigeux. En fondant ces flocons, ils ont vu une couche d'eau se former au-dessus du chloroforme; mais ces auteurs ne disent rien de précis sur la nature de la matière qu'ils ont ainsi obtenue.

une quantité d'eau considérable le surnage. On voit d'après cela que l'hydrate de chloroforme n'existe qu'à l'état solide; ses éléments constituants se séparent au moment même de la fusion.

» Pour faire l'analyse de ce corps, nous nous sommes servis de la propriété que nous avons reconnue à la potasse, soit en dissolution alcoolique même étendue d'eau, soit en dissolution aqueuse, de décomposer le chloroforme vers 100°, en fixant tout son chlore à l'état de chlorure de potassium. Le dosage du chlore dans la liqueur obtenue se fait à l'état de chlorure d'argent. Ce procédé d'analyse est très précis quand on a soin d'opérer en vases scellés et de maintenir les corps réagissants, pendant quelques heures, à la température de l'eau bouillante.

» Voici les résultats de quelques-unes de nos déterminations préliminaires à ce sujet :

Chloroforme employé.	Potasse.	Eau.	Alcool.	Chlorure d'argent.	Chloroforme calculé.
gr	gr	cc	cc	gr	gr
0,1490	2	25	25	0,5390	0,1493
0,1960	2	25	25	0,706	0,1961
0,1820	2	50	0	0,654	0,1819

» D'après ces chiffres, le procédé de dosage du chloroforme que nous avons employé donne des résultats très exacts. En l'appliquant au dosage du chloroforme dans l'hydrate de chloroforme, nous avons obtenu les nombres suivants :

	Calculé.	Trouvé.		
$CHCl^3$	26,25	26,90	27,0	27,1
$18H^2O$	73,05	»	»	»

» On voit que les quantités de chloroforme trouvées concordent avec les nombres théoriques, calculés d'après la formule

$$CHCl^3, 18H^2O.$$

» II. Ce fait, que le refroidissement d'un mélange de chloroforme et d'eau au-dessous de 0° produit de la glace et non de l'hydrate de chloroforme, nous a fait penser que la chaleur de formation de l'hydrate de chloroforme est inférieure à la chaleur de solidification de l'eau. Nous avons déterminé la chaleur de formation de ce corps, qui est égale à sa chaleur de

fusion, les éléments de cette combinaison se séparant au moment même de la fusion. Les déterminations suivantes ont été obtenues avec le calorimètre de M. Berthelot, en employant les procédés devenus classiques [1].

Chaleur de formation de l'unité de poids de $CH Cl^3$, 18 H^2O.				Chaleur de formation de la molécule $CH Cl^3$, 18 H^2O = 433,5.
I.	II.	III.	Moyenne.	
$52^{cal},7$	$53^{cal},3$	$52^{cal},6$	52,8	$22^{cal},9$

» En partant du chloroforme liquide et de l'eau liquide, la combinaison de l'hydrate de chloroforme est exothermique et elle dégage $22^{cal},9$. Si x représente la chaleur de solidification du chloroforme, la chaleur de formation de l'hydrate, à partir des éléments solides, est

$$22,9-(25,9+x)=-(3+x),$$

quantité négative. La combinaison est donc endothermique à partir des éléments solides, ce qui explique ce fait qu'il se forme plus facilement de la glace que de l'hydrate de chloroforme, quand on refroidit du chloroforme en présence de l'eau au-dessous de 0°. »

---

(1) Dans le calcul de ces recherches il nous a manqué une donnée, la chaleur spécifique de l'hydrate de chloroforme. La détermination de cette quantité par les procédés calorimétriques ordinaires est assez délicate, tant à cause de la difficulté que l'on a d'obtenir des températures très basses, constantes pendant longtemps, que de l'impossibilité de mesurer cette quantité sans faire intervenir un effet calorifique très grand, la chaleur de formation du corps. Mais on sait que la chaleur spécifique moléculaire des hydrates solides est la somme des chaleurs spécifiques moléculaires des éléments à l'état solide. Celle du chloroforme solide n'est pas connue, mais pour de tels composés cette quantité est comprise entre la chaleur spécifique moléculaire à l'état liquide et la moitié de cette quantité.

Nous avons fait le calcul de nos expériences en supposant la chaleur spécifique du chloroforme solide égale à 0,236 (chaleur spécifique du chloroforme liquide) et 0,118.

Pour une variation de température de 1°,6, l'erreur maxima possible est de $0^{cal},017$. Nos déterminations sont donc exactes, puisque l'erreur possible ne porte pas sur la première décimale, la seule que l'on puisse admettre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Études sur la reproduction du Phylloxera; distribution du sulfure de carbone dans le sol par les machines.* Extrait d'une Lettre de M. P. Boiteau à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 28 décembre 1884.

» *Reproduction du Phylloxera.* — L'année dernière, à pareille époque, j'en étais resté, dans mes études sur la reproduction du Phylloxera, à la douzième génération des parthénogénésiques. La fin de 1883 terminait la troisième année d'évolution d'insectes élevés en tubes et provenant directement de l'œuf d'hiver : ces insectes avaient été successivement isolés, et aucune fécondation n'était venue revivifier ces générations, qui se reproduisaient toutes par la voie agame. Après trois années, j'avais constaté que leur multiplication se faisait toujours dans de bonnes conditions et par un assez grand nombre d'œufs. Certains de ces insectes, élevés en captivité, mis sur des racines à l'état de nature, devenaient, par suite de ce nouveau milieu favorable, beaucoup plus prolifiques. Cette année, les mêmes expériences ont été continuées. J'ai obtenu trois nouvelles générations, ce qui porte à quinze le total actuel. En ce moment, les Phylloxeras provenant de la quinzième génération hivernent sur mes racines en tubes : au printemps prochain, je poursuivrai mes études pour la cinquième année.

» Voici donc quatre années écoulées, et ces insectes se sont comportés comme le premier jour, tout en tenant compte de la diminution proportionnelle des premières générations. Pendant cette année, de même que pendant la précédente, il ne s'est développé aucune nymphe et, par suite, je n'ai eu aucun ailé. Il semblerait donc que l'apparition de cette forme, dans la vie de cet insecte, fût limitée à la deuxième année de génération. Il ne faudrait cependant pas trop conclure, de ces observations, qu'il doive toujours en être ainsi, car il pourrait se faire qu'une nourriture plus substantielle et des milieux plus en rapport avec la vie de nature de ces individus les fissent apparaître.

» Cette reproduction par les agames est déjà bien longue, et nous ne voyons pas trop, dans les conditions où nous nous trouvons, ce qui pourra nous donner la destruction de l'œuf d'hiver situé sur les parties aériennes

des ceps. Je ne viens décourager aucune tentative, car tous les moyens rationnels doivent être employés ; seulement il me semble que les essais qui seront faits dans ce sens ne seront nullement concluants, et cela parce que les opérations, pour être efficaces, devraient être faites sur des surfaces considérables, qu'on n'arrivera pas à traiter.....

» Le point auquel il faut surtout s'attacher, c'est la destruction des colonies souterraines, par les trois moyens qui ont déjà fait leurs preuves : le sulfure de carbone, les sulfocarbonates alcalins et la submersion; et cela, en perfectionnant l'outillage de production des insecticides et de leur emploi, et en recherchant les meilleures époques pour leur application et le moyen d'obtenir leur maximum d'effet. Par ces moyens, on arrive également, et d'une manière tout à fait directe, à la suppression presque complète de l'œuf d'hiver, surtout lorsqu'on opère pendant l'été, au moment où se fait l'évolution des insectes ailés.

» *Des insecticides et de leur emploi.* — Mes études ont porté spécialement sur le sulfure de carbone. L'application de cet insecticide entre dans une nouvelle phase, et les machines à traction sont suffisamment perfectionnées pour être employées avec sécurité et avantage sur les pals. Ces machines produisent une grande économie de main-d'œuvre, mais elles ont encore d'autres avantages. Ainsi le sulfure appliqué à la machine donne, avec la même quantité, des effets bien supérieurs à ceux qu'on obtient avec les injecteurs à main. On a encore la facilité de pouvoir opérer en toute saison et surtout pendant l'été. Les accidents sont aussi beaucoup moins à craindre, par suite de la distribution plus superficielle et dans des galeries longitudinales qui favorisent la diffusion.

» Contrairement à ce qui a été enseigné pendant longtemps, le sulfure doit être déposé dans les couches relativement supérieures du sol, pour produire son maximum d'effet : la profondeur qui paraît donner les meilleurs résultats est comprise entre $0^m,12$ et $0^m,15$. Il est bon aussi que le sulfure soit déposé dans la terre située au-dessous du travail cultural; s'il était projeté dans le guéret, ses effets seraient bien amoindris, à moins cependant que ce guéret ne fût travaillé depuis plusieurs mois et qu'il y eût un tassement naturel suffisant, ou provenant de pluies plus ou moins abondantes. Dans ces conditions, j'ai obtenu des résultats complets en appliquant cet insecticide à $0^m,08$ ou $0^m,10$ de profondeur.

» Par ce procédé, on obtient la destruction des insectes depuis les couches les plus superficielles jusqu'aux couches les plus profondes. Ce qui fait le désespoir des viticulteurs employant les pals, c'est la quantité pro-

digieuse d'insectes qui restent vivants sur les racines superficielles et qu'il est impossible d'atteindre; avec les machines, il n'en est plus ainsi, peu d'individus échappent à la mort. Ces résultats proviennent d'une meilleure répartition et de la facilité de diffusion due à la galerie longitudinale tracée par la fouilleuse. Cette galerie permet aux vapeurs de se répandre rapidement et uniformément dans tous les sens, et de produire, par suite, leur maximum d'effet.

» L'idée qui prévaut encore chez bien des viticulteurs, c'est que le sulfure, une fois vaporisé, remonte immédiatement pour s'échapper dans l'air. Les appareils de constatation démontrent qu'après deux ou trois heures, en été, les vapeurs de sulfure déposé à $0^m,12$ ou $0^m,15$ sont descendues à plus de $0^m,60$ et ont séjourné à une distance de $0^m,40$. Pendant l'hiver, et surtout lorsque la terre est très humide, cette vitesse est fortement ralentie et les vapeurs restent très concentrées aux points d'application; c'est ce qui fait que, lorsque des pluies abondantes surviennent après l'emploi de cet agent, il peut y avoir des accidents à redouter pour la végétation. Pendant l'été, les vapeurs de sulfure disparaissent rapidement du sol, et souvent, vingt-quatre ou quarante-huit heures après, on n'en constate plus les traces. Pendant l'hiver, elles peuvent persister pendant des mois : cette persistance est toujours dangereuse, en ce qu'elle mortifie une partie du système radiculaire de la plante. L'été, tout se borne à un arrêt momentané de la végétation et à la chute de quelques feuilles.

» Le sulfure déposé dans les couches superficielles traverse, à l'état de vapeurs concentrées, les couches qui contiennent le système radiculaire de la plante, et détruit sur son passage les insectes qui s'y trouvent. A mesure que les vapeurs descendent, elles se diffusent dans tous les sens, ce qui entretient une atmosphère empoisonnée de haut en bas. Si, au contraire, on dépose le sulfure très profondément, ainsi qu'on le fait avec les pals, les vapeurs n'arrivent dans les couches situées au-dessus de leur point d'application que relativement raréfiées et, par conséquent, avec un pouvoir insecticide fortement diminué. Les applications faites avec le pal, dans un trou lisse et à parois comprimées, sont encore bien inférieures à celles qui ont lieu dans une galerie longitudinale qui permet aux vapeurs de se répandre plus uniformément et plus rapidement dans tous les sens....

» L'emploi des machines permettra aussi de réduire considérablement les doses de sulfure à employer. Il résulte d'expériences que j'ai faites, qu'avec 100^{kg} de sulfure on a des effets comparables à ceux qu'on obtient avec 180^{kg} et 200^{kg} employés avec les injecteurs à main. Ces expé-

riences ont besoin d'être répétées, pour savoir au juste quelle sera la quantité nécessaire à une bonne destruction ; mais on peut affirmer, dès aujourd'hui, qu'elle sera bien au-dessous de celle qui est nécessitée par les pals. La facilité que l'on a de pouvoir opérer en tout temps et très rapidement permettra également de procéder, dans les terrains peu profonds et de qualité inférieure, à deux opérations, faites l'une en hiver ou au printemps et l'autre en été, tout en n'employant que des doses de 100^{kg} à la fois. »

M. Chapel adresse une Note sur les phénomènes météorologiques qui ont coïncidé avec les récents tremblements de terre d'Espagne.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, Mascart.)

M. F. Laur adresse une nouvelle Note concernant sa théorie sur les relations entre la production des tremblements de terre et les variations de la pression atmosphérique.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un numéro du « Génie civil » (27 décembre 1884), contenant un article de M. *B. Renault,* sous le titre « la Houille ». (Présenté par M. Duchartre.)

M. l'Inspecteur général de la Navigation adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour aux échelles du pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1884.

Les plus hautes eaux ont été observées le 25 décembre, aux cotes de $2^m,91$ au pont de la Tournelle et $3^m,90$ au pont Royal.

Les plus basses eaux ont été observées le 22 juillet, aux cotes de $0^m,20$ au-dessous de zéro au pont de la Tournelle et $1^m,45$ au pont Royal.

ASTRONOMIE. — *Observations équatoriales des comètes Barnard et Wolf, faites à l'observatoire d'Alger* (télescope de $0^m,50$); par MM. **Trépied** et **Rambaud**. Communiquées par M. Mouchez (1).

Dates. 1884.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ✱ — ☆.	Déclinaison ✱ — ☆.	Nombre de compar.
	Comète Barnard.				
			m s	′ ″	
Oct. 16	*a* Bonn, t. II, Z 256 n° 19.	9,0	— 2.54,33	+ 6.45,3	6:6
18	*b* Baily n° 2521..........	6,5	+ 2.19,95	+ 5.59,2	6:6
24	*c* Bonn, t. II, Z 236 n° 44.	9,0	— 1.20,87	+12.52,3	7:5
	Comète Wolf.				
Nov. 5	*d* Lamont n° 8827........	9,5	— 0.48,54	+ 8.27,9	8:8
7	*e* B. D. + 0° n° 4878......	9,0	+ 0.47,79	+ 6. 5,8	6:6
8	*f* Lamont n° 8889........	8,0	— 1.44,56	— 5.44,3	10:10
9	*g* Lamont n° 8922........	10,0	— 4.12,36	+ 6. 7,3	8:8
11	*h* Lamont n° 8942........	9,0	— 2.48,89	+ 2.34,2	5:5
13	*i* Lamont n° 8962........	9,0	— 1.20,19	+ 3. 0,0	10:10
14	*j* Lamont n° 8964........	7,8	+ 0.58,85	+ 0.14,0	2:2
17	*k* W_1 22^h n° 913.........	8,5	+ 1.50,79	— 3.39,5	5:5
18	*l* W_1 22^h n° 920.........	8,0	+ 4. 0,40	+ 2.35,6	5:5
24	*m* W_1 23^h n° 51..........	9,0	— 1.19,14	+ 1.44,3	9:9
Déc. 6	*n* W_1 23^h n° 839.........	9,0	— 7.42,03	— 9.53,7	5:5
6	*n* id.	9,0	— 7.34,15	—10. 5,5	5:5
10	*o* W_1 23^h n° 821.........	8,0	+ 3.11,63	+ 1.34,2	8:8
15	*p* W_1 23^h n° 1152........	9,0	+ 0.42,78	— 3.36,0	17:17
19	*q* W_1 0^h n° 135........ .	8,0	— 1.29,38	— 3.34,4	10:10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.	Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1884,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 16...	*a*	21.11.16,48	+3,23	—18.39.25,7	+19,9	Bonn, t. II, Z 256 n° 19.
18...	*b*	21.11.49,48	+3,20	—17.56.47,1	+20,0	Baily n° 2521.
24...	*c*	21.32.38,69	+3,17	—15.58. 8,2	+20,9	Bonn, t. II, Z 236 n° 44.
Nov. 5...	*d*	22.20. 9,06	+3,17	+ 1.23. 9,3	+26,4	Lamont n° 8827.
7..	*e*	22.22.57,90	+3,16	+ 0.44.10,3	+26,1	Bonn, t. VI, +0° n° 4878.

(1) Les observations de la comète Barnard ont été faites par M. Rambaud; celles de la comète Wolf, par M. Trépied.

Dates 1884.	Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1884,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 8...	*f*	22.27.45,43	+3,17	+ 0.35.44,7	+26,0	Lamont n° 8889.
9...	*g*	22.32.27,42	+3,18	+ 0. 4.53,6	+25,7	Lamont n° 8922.
11...	*h*	22.35.41,10	+3,17	— 0.29.24,5	+25,4	Lamont n° 8942.
13...	*i*	22.38.54,85	+3,16	— 1. 5.34,1	+25,1	Lamont n° 8962.
14...	*j*	22.39. 1,80	+3,15	— 1.20.25,0	+24,9	Lamont n° 8964.
17...	*k*	22.45.10,88	+3,14	— 2. 3.46,6	+24,4	W_1 22^h n° 913.
18...	*l*	22.45.35,10	+3,13	— 2.25.43,9	+24,3	W_1 22^h n° 920.
24...	*m*	23. 5.38,58	+3,16	— 3.43.49,5	+23,1	W_1 23^h n° 51.
Déc. 6...	*n*	23.42.30,58	+3,19	— 5.19.40,6	+20,6	W_1 23^h n° 839.
10...	*o*	23.41.55,38	+3,14	— 5.52.49,2	+19,4	W_1 23^h n° 821.
15...	*p*	23.57.20,60	+3,16	— 6. 6.27,3	+19,1	W_1 23^h n° 1152.
19...	*q*	0. 9.55,82	+3,17	— 6.14.48,1	+18,2	W_1 0^h n° 135.

Positions apparentes des Comètes.

Dates. 1884.	Temps moyen d'Alger.	Ascens. droite apparente.	Log fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log fact. parall.
	Comète Barnard.				
	h m s	h m s		° ′ ″	
Octobre 16...........	9.46.24	21. 8.25,38	$\bar{1}$,460	—18.32.20,5	0,835
18...........	8.45.59	21.14.12,63	$\bar{1}$,245	—17.50.27,9	0,849
24...........	9.22.58	21.31.20,99	$\bar{1}$,411	—15.44.55,0	0,827
	Comète Wolf.				
	h m s	h m s		° ′ ″	
Novembre 5...........	9.32.13	22.19.23,69	$\bar{1}$,420	+ 1.32. 3,6	0,709
7...........	9.17.37	22.23.48,85	$\bar{1}$,386	+ 0.50.42,2	0,715
8...........	9.25.24	22.26. 4,04	$\bar{1}$,415	+ 0.30.26,4	0,718
9...........	8.53.59	22.28.18,24	$\bar{1}$,315	+ 0.11.26,6	0,721
11...........	9.11. 2	22.32.55,38	$\bar{1}$,387	— 0.26.24,9	0,726
13...........	9.35.56	22.37.37,82	$\bar{1}$,465	— 1. 2. 9,0	0,730
14...........	10.19.46	22.40. 3,80	$\bar{1}$,556	— 1.19.46,1	0,731
17...........	8.36.46	22.47. 4,81	$\bar{1}$,297	— 2. 7. 1,7	0,741
18...........	9.49.33	22.49.38,63	$\bar{1}$,512	— 2.22.44,0	0,739
24...........	8.56.20	23. 4.22,60	$\bar{1}$,403	— 3.41.42,1	0,752
Décembre 6...........	8.29.56	23.34.51,74	$\bar{1}$,375	— 5.29.13,7	0,766
6...........	9.45.39	23.34.59,62	$\bar{1}$,554	— 5.29.25,5	0,756
10...........	8.20.22	23.45.10,15	$\bar{1}$,360	— 5.50.55,6	0,770
15...........	8.31.56	23.58. 6,54	$\bar{1}$,418	— 6. 9.44,2	0,770
19...........	8.59. 0	0. 8.29,61	$\bar{1}$,499	— 6.18. 4,3	0,766

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Encke, faites à l'observatoire d'Alger.* Dépêche de M. **Trépied**, communiquée par M. Mouchez.

1885.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite.	Log. fact. par.	Déclinaison.	Log. fact. par.
Janv. 2....	$6^h 47^m 34^s$	$22^h 56^m 16^s,93$	9,488	$+4°0'29'',9$	9,517
3....	$6^h 58^m 30^s$	$22^h 57^m 11^s,24$	0,689	$+4°3'33'',1$	0,690

» La comète est très faible. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la constitution intérieure de la Terre.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« M. Tisserand a montré (*Bulletin astronomique*, numéro de novembre, 1884) que les principales hypothèses proposées jusqu'ici pour la loi des densités à l'intérieur de la Terre étaient difficilement conciliables avec les données de la précession et de la nutation; on est même conduit à penser que, quelle que soit la loi de densité, on ne pourra pas établir l'accord cherché, du moins en adoptant l'aplatissement $\frac{1}{293,5}$ fourni par les recherches les plus récentes. Dans cette Note, je m'occupe des lois des densités représentées par des courbes tournant leur concavité vers l'axe des abscisses. Les prévisions de M. Tisserand sont nettement confirmées dans ce cas assez étendu.

» En adoptant les notations employées dans l'article cité (*voir* aussi les *Comptes rendus*, 13 octobre 1884), on a, d'une part,

$$(1)\qquad \frac{C-A}{C} = \frac{1}{305,6}(1+3,150\eta - 2,158\sigma) = \varepsilon\left(1-\frac{1}{2}\frac{\varphi}{\varepsilon}\right)\frac{\int_0^1 \rho a^2\,da}{\int_0^1 \rho a^4\,da},$$

d'autre part,

$$\frac{\int_0^1 \rho a^2\,da}{\int_0^1 \rho a^4\,da} = I = \frac{5}{3-R},$$

$$2h - R = \frac{1}{\varepsilon\int_0^1 \rho a^2\,da}\int_0^1 a^5(e-\varepsilon)\frac{d\rho}{da}\,da;$$

désignons par $\varkappa$ le second membre de la dernière équation, il viendra

$$\mathrm{I} = \frac{5}{3 - 2h + \varkappa} = \frac{1}{1 - \frac{1}{2}\frac{\varphi}{\varepsilon} + \frac{1}{5}\varkappa},$$

et, en rapprochant ce résultat de l'équation (1),

$$(2) \qquad 1 + 3,150\eta - 2,158\sigma = 305,6\varepsilon \frac{1}{1 + \frac{1}{5}\frac{\varkappa}{1 - \frac{1}{2}\frac{\varphi}{\varepsilon}}}.$$

» Je vais obtenir une limite supérieure de $\varkappa$.

» En premier lieu, d'après une remarque faite antérieurement (*Comptes rendus*, 15 décembre 1884), la courbe des ellipticités doit être convexe du côté de l'axe des abscisses [1], et l'on a

$$\varepsilon - e < \varepsilon'(1 - a), \quad \text{d'où} \quad \varkappa < \frac{\varepsilon'}{\varepsilon \int_0^1 \rho a^2\, da} \int_0^1 a^5 (1 - a)\left(-\frac{d\rho}{da}\right) da.$$

» On évalue le rapport

$$\frac{\int_0^1 a^5(1 - a)\left(-\frac{d\rho}{da}\right) da}{\int_0^1 a^3 \left(-\frac{d\rho}{da}\right) da},$$

qu'on transformera ainsi, en intégrant par parties et divisant haut et bas par $\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1$,

$$\frac{\frac{1}{42} - \int_{\frac{1}{2}}^{1} \frac{\left(\frac{a}{6} - \frac{a^7}{7}\right)\left(-\frac{d^2\rho}{da^2}\right)}{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1} da - \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{\left(\frac{a^6}{6} - \frac{a^7}{7}\right)\left(-\frac{d^2\rho}{da^2}\right)}{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1} da}{\frac{1}{4} - \frac{1}{4}\int_{\frac{1}{2}}^{1} a^4 \frac{\left(-\frac{d^2\rho}{da^2}\right)}{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1} da - \frac{1}{4}\int_0^{\frac{1}{2}} a^4 \frac{\left(-\frac{d^2\rho}{dn^2}\right)}{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1} da} = \frac{\mathrm{M} - m - m'}{\mathrm{N} - n - n'}.$$

---

[1] Comme on peut prouver que, dans la théorie de Clairaut, $\frac{d\rho}{da}$ est nul pour $a = 0$, le résultat démontré dans la Note mentionnée n'exige pas qu'on fasse d'hypothèse particulière sur l'expression de ρ; ainsi, il est inutile de supposer que ρ soit une fonction paire de a.

m' et n' sont de petites fractions du numérateur et du dénominateur, $\frac{1}{16}$ au plus, de sorte qu'on peut écrire, avec une approximation suffisante,

$$\frac{M-m-m'}{N-n-n'}=\frac{M-m}{N-n}\left(1+\frac{n'}{N-n}-\frac{m'}{M-m}\right).$$

» Maintenant on a l'inégalité

$$\frac{M}{N}>\frac{M-m}{N-n};$$

elle revient en effet à la suivante

$$mN-nM>0,$$

et le premier membre est

$$\frac{1}{4}\int_{\frac{1}{2}}^{1}\frac{\left(\frac{a^6}{6}-\frac{a^7}{7}-\frac{a^4}{42}\right)\left(-\frac{d^2\rho}{da^2}\right)}{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1}da$$

$$=\frac{1}{4\times 42}\int_{\frac{1}{2}}^{1}\frac{a^4(1-a)(2a-1)(3a+1)\left(-\frac{d^2\rho}{da^2}\right)}{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1}da,$$

quantité essentiellement positive sous la condition admise $\frac{d^2}{da^2}<0$.

» Pour le facteur correctif $1+\frac{n'}{N-n}-\frac{m'}{M-m}$, qui est augmenté en remplaçant $M-m$ par $\frac{M}{N}(N-n)$, on pourra prendre

$$1+\frac{n'M-m'N}{M\int_0^1 a^3\frac{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)}{\left(-\frac{d\rho}{da}\right)_1}da};$$

la correction est inférieure au maximum de $a^4(1-a)(1-2a)(3a+1)$ quand a varie de 0 à $\frac{1}{2}$, soit 0,007 environ.

» En résumé, on peut prendre simplement pour limite supérieure du rapport considéré $\frac{4}{42}$, d'où résulte pour $\varkappa$,

$$\varkappa<\frac{4}{42}\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}\frac{\int_0^1 a^3\left(-\frac{d\rho}{da}\right)da}{\int_0^1 \rho a^2\,da}\quad\text{ou}\quad \varkappa<\frac{4}{7}h\frac{\Delta-\rho_1}{\Delta}.$$

» Le Tableau suivant contient, pour diverses valeurs de la densité superficielle ρ_1 et de l'ellipticité à la surface ε, une *limite inférieure* de la quantité $3{,}150\eta - 2{,}158\sigma$; on rappelle que η et σ sont les corrections relatives supposées aux constantes de la précession et de la nutation :

ρ_1.	Ellipticités ε. $\frac{1}{288}$.	$\frac{1}{290}$.	$\frac{1}{292}$.	$\frac{1}{294}$.	$\frac{1}{296}$.
2,0.........	0,024	0,016	0,007	−0,001	−0,010
2,2.........	0,026	0,018	0,009	0,001	−0,007
2,4.........	0,028	0,020	0,011	0,003	−0,005
2,6.........	0,030	0,022	0,013	0,005	−0,003
2,8.........	0,032	0,024	0,016	0,007	0,000
3,0.........	0,034	0,026	0,018	0,010	0,002

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation du théorème d'Abel.* Note de M. H. **Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Le théorème d'Abel, appliqué à une courbe algébrique $f = 0$, de degré m, peut s'énoncer ainsi :

» *Soient* (x_1, y_1), (x_2, y_2), ..., (x_q, y_q) *les points d'intersection de* $f = 0$ *avec une autre courbe algébrique* $\varphi = 0$; *soient* $(x_1 + dx_1, y_1 + dy_1)$, $(x_2 + dx_2, y_2 + dy_2)$, ..., $(x_q + dx_q, y_q + dy_q)$ *les points d'intersection de la courbe* f *avec une courbe algébrique* $\psi + \varepsilon\psi = 0$ *infiniment peu différente de* φ; *on aura*

$$\sum_{\nu=1}^{q} \frac{P(x_\nu, y_\nu)\,dx_\nu}{\dfrac{df}{dq_\nu}} = 0,$$

P *désignant un polynôme quelconque d'ordre* $m - 3$, *qui devra s'annuler aux points doubles de* f, *si les courbes* φ *et* $\varphi + \varepsilon\psi$ *vont passer par ces points doubles.*

» Considérons maintenant une courbe gauche, intersection complète de deux surfaces $f = 0$, $f_1 = 0$ de degrés m et n. Soit (x_ν, y_ν, z_ν) un quelconque des q points d'intersection de cette courbe avec une surface $\varphi = 0$, et $(x_\nu + dx_\nu, y_\nu + dy_\nu, z_\nu + dz_\nu)$ un des points d'intersection de cette même courbe, avec une surface $\varphi + \varepsilon\psi = 0$ infiniment voisine de la première. On aura

$$\sum_{\nu=1}^{q} \frac{P(x_\nu, y_\nu, z_\nu)\,dx_\nu}{\dfrac{df}{dy_\nu}\dfrac{df_1}{dz_\nu} - \dfrac{df_1}{dy_\nu}\dfrac{df}{dz_\nu}} = 0,$$

P désignant un polynôme quelconque d'ordre $m + n - 4$.

» Après avoir mis le théorème d'Abel sous cette forme, qui ne diffère pas essentiellement de la forme habituelle, il est aisé de l'étendre aux surfaces. Soit $f = 0$ une surface de degré m. Soit (x_ν, y_ν, z_ν) un de ses points d'intersection avec une courbe gauche, $(x_\nu + dx_\nu, y_\nu + dy_\nu, z_\nu + dz_\nu)$ un de ses points d'intersection avec une courbe gauche infiniment voisine. On peut se demander quelles relations il y a entre les différentielles dx_ν, dy_ν, dz_ν.

» Je me bornerai pour le moment aux courbes gauches qui sont l'intersection complète de deux surfaces $\varphi = 0$, $\varphi_1 = 0$, de degrés n et p.

» On trouve alors

$$(1)\quad \sum_{\nu=1}^{q} \frac{P_\nu\left(\frac{d\varphi}{dx_1}dx_\nu + \frac{d\varphi}{dy_\nu}dy_\nu + \frac{d\varphi}{dz_\nu}dz_\nu\right)}{\Delta_\nu} = \sum_{\nu=1}^{q} \frac{Q_\nu\left(\frac{d\varphi_1}{dx_\nu}dx_\nu + \frac{d\varphi_1}{dy_\nu}dy_\nu + \frac{d\varphi_1}{dz_\nu}dz_\nu\right)}{\Delta_\nu} = 0.$$

» Dans ces formules P_ν et Q_ν désignent des polynômes de degré $m + p - 4$ et $m + n - 4$ en x, y, z, où l'on a remplacé ces variables par x_ν, y_ν, z_ν. Quant à Δ_ν, c'est le déterminant fonctionnel de f, φ et φ_1 par rapport à x, y, z, où ces variables sont remplacées par x_ν, y_ν, z_ν.

» Un cas particulier assez intéressant est celui où la surface f se réduit à un plan.

» Soient alors $\varphi = 0$, $\varphi_1 = 0$ deux courbes de degré m et (x_ν, y_ν) un de leurs points d'intersection. Soit $(x_\nu + dx_\nu, y_\nu + dy_\nu)$ ce que devient ce point d'intersection, quand ces deux courbes varient infiniment peu. Il vient

$$\sum_{\nu=1}^{m^2} \frac{P(x_\nu, y_\nu)\left[\frac{d(\varphi + \lambda\varphi_1)}{dx_\nu}dx_\nu + \frac{d(\varphi + \lambda\varphi_1)}{dy_\nu}dy_\nu\right]}{\frac{d\varphi}{dx_\nu}\frac{d\varphi_1}{dy_\nu} - \frac{d\varphi_1}{dx_\nu}\frac{d\varphi}{dy_\nu}} = 0,$$

P étant un polynôme quelconque d'ordre $m - 3$, et λ une constante quelconque.

» Le théorème s'applique même si la surface f n'a pas de point singulier, auquel cas il est aisé de voir qu'il ne peut y avoir d'intégrale de première espèce. Mais il contient, comme cas particulier, le résultat que j'ai énoncé dernièrement au sujet de ces intégrales. Si donc du est une différentielle totale de première espèce et si φ et φ_1 sont deux polynômes quelconques d'ordre n et p, on devra avoir

$$du = \frac{P\,d\varphi + Q\,d\varphi_1}{\Delta},$$

P et Q étant deux polynômes d'ordre $m+p-4$ et $m+n-4$ et Δ étant le déterminant fonctionnel de f, φ et φ_1 par rapport à x, y et z.

» Le problème est beaucoup plus compliqué quand la courbe gauche dont il s'agit n'est pas une intersection complète. Pour faire voir de quelle manière il devrait être traité dans ce cas, envisageons le cas particulier d'une cubique gauche.

» Supposons d'abord que l'on fasse varier cette cubique, de telle façon que deux de ses $3m$ points d'intersection avec la surface f restent fixes. On pourra alors trouver deux surfaces du second ordre $\varphi = 0$, $\varphi_1 = 0$ qui passent par la cubique donnée et par la droite qui joint ces deux points fixes. La formule (1) reste vraie, si on l'applique à ces deux surfaces et aux points variables d'intersection de la surface f avec la cubique.

» Si, ensuite, on fait varier la cubique d'une manière quelconque, on pourra toujours regarder cette variation comme la somme d'une variation où deux points A et B, communs à la cubique et à f, restent fixes, et d'une autre variation où deux points C et D, communs à la cubique et à f, restent fixes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode pour traiter les transformations périodiques univoques.* Note de M. S. **Kantor**, présentée par M. Jordan.

« Le Mémoire sur les transformations périodiques univoques, qui a été couronné par l'Académie de Naples, offre une variété de méthodes pour le traitement de ce problème, dont une au moins est susceptible d'une généralisation aux espaces de plusieurs dimensions, généralisation purement verbale. Une autre manière d'établir des transformations périodiques se déduit de ce principe :

» *Si une surface quelconque* F *à deux dimensions et qui peut être représentée d'une manière quelconque, mais point à point sur un plan, contient elle-même une correspondance univoque et périodique entre ses points, l'image sur le plan fournira là une transformation univoque* (*de Cremona*).

» Quand on connaît donc par quelque moyen F et celles de ses propriétés qui dépendent de l'existence de la correspondance sur elle, on peut descendre au plan et découvrir là une grande variété de transformations périodiques univoques.

» *Toutes les transformations périodiques univoques, qui sont les images de la même correspondance sur* F, *mais obtenues par différents modes de représen-*

tation, forment un cadre de transformations équivalentes et l'on doit choisir convenablement ce mode, pour tomber sur le type d'entre elles.

» De la même façon on substitue à l'espace une variété à trois dimensions représentable point à point sur l'espace ordinaire, mais étant d'un degré supérieur, planant donc dans un espace à plusieurs dimensions, et qui est tellement particularisée qu'elle porte une correspondance périodique univoque. En diversifiant les modes de représentation, on construit une série de transformations périodiques équivalentes dans l'espace ordinaire, et ainsi de suite.

» Ce n'est qu'apparemment que de cette façon on a recours à des relations plus compliquées pour trouver et étudier des relations plus simples, car :

» *Dans la plupart des cas qui fournissent les formes primaires, la correspondance sur* F *est produite et fait partie d'une transformation périodique linéaire de tout l'espace qui contient* F.

» Cette idée seulement donne la vraie signification de notre principe, que, à ma connaissance, personne n'a encore employé. Tout en étant en possession de ces raisonnements dès le commencement de mes recherches sur les transformations périodiques en général, je n'ai entrepris les applications spéciales qu'après l'achèvement du Mémoire cité. Après avoir découvert que les transformations périodiques *dans le plan* sont intimement liées à l'étude de certains systèmes linéaires de ∞^1, ∞^2, ∞^3, ∞^4 cubiques, j'en ai tiré parti *a posteriori* pour construire la surface du troisième ordre, qui fournit par sa représentation bien connue et usitée les transformations planes [1], dont j'avais conclu par d'autres méthodes l'existence. En me bornant aux surfaces reproduites par des *homographies* de l'espace, voici les résultats :

» *Les homographies*

1. $x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : \quad x'_2 : \quad x'_3 : -\ x'_4,$
2. $x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : \quad x'_2 : \quad x'_3 : \quad \varepsilon x'_4,$
3. $x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : \quad x'_2 : -\ x'_3 : \quad \varepsilon x'_4,$
4. $x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : \quad x'_2 : \quad \varepsilon x'_3 : -\ \varepsilon x'_4,$
5. $x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : -\ x'_2 : \quad \varepsilon x'_3 : \quad \varepsilon^2 x'_4,$

(1) Voir aussi mon Mémoire du *Journal de Kronecker*, t. XCV.

$$6.\ x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : -\ x'_2 : -\ ix'_3 : \ \sqrt{i}x'_4,$$
$$7.\ x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : \ \alpha x'_2 : \ \alpha^7 x'_3 : \ \alpha^4 x'_4,$$
$$8.\ x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = x'_1 : -\ x'_2 : \ \varepsilon x'_3 : \pm\ ix'_4\ (^1)$$

fournissent, au moyen des F_3 *anallagmatiques, des transformations univoques des indices* 2, 3, 6, 6, 6, 8, 9, 12 *et respectivement des degrés* 3, 4, 2, 2, 3, 2, 2, 2, *qui peuvent servir de types.*

» Mais il y a plus, la méthode donnée par M. Jordan pour établir les groupes finis d'homographies dans les espaces à un nombre arbitraire de dimensions pourra également conduire à de pareils groupes, qui reproduisent une certaine surface représentable univoquement et ensuite à des groupes finis de transformations univoques (crémoniennes) dans le plan ou dans l'espace. Par d'autres raisonnements je puis au moins ébaucher déjà toute leur théorie. »

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de l'induction électrodynamique.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Hermite.

« 1. La loi intégrale de l'induction électrodynamique est donnée par le théorème de Neumann. Soit P le potentiel électrodynamique de l'inducteur sur l'induit, ce dernier étant traversé par un courant d'intensité égale à 1. La force électromotrice d'induction est donnée par la formule

$$E = -\frac{dP}{dt}.$$

» Cette proposition a été rattachée par Helmholtz et par Thomson à la loi de Joule, mais leurs démonstrations laissent à désirer au point de vue de la rigueur. La théorie du potentiel thermodynamique (²) en donne une démonstration rigoureuse, en montrant que le travail non compensé, qui est égal à la variation changée de signe du potentiel thermodynamique,

---

(¹) $$\varepsilon = \cos\frac{2n\pi}{3} + i\sin\frac{2n\pi}{3} \quad (n = 1, 2)$$

et

$$\alpha = \cos\frac{3m+n}{9}\pi + i\sin\frac{3m+n}{9}\pi\ (m = 0, 1, 2;\ n = 1, 2).$$

(²) *Comptes rendus*, séance du 22 décembre 1884.

est aussi égal au travail mesuré par la chaleur dégagée d'après la loi de Joule.

» 2. La loi élémentaire de l'induction n'est pas encore connue. Weber, Riemann, Clausius ont cherché à la découvrir en supposant que les phénomènes électrodynamiques peuvent s'expliquer par des actions mutuelles entre les charges électriques. Mais ces forces ne pouvant, en tout cas, être considérées que comme des forces fictives, l'hypothèse dont il s'agit ne peut être regardée comme nécessaire. Helmholtz suppose qu'il existe pour deux éléments de courant quelconques un potentiel électrodynamique de même forme que celui dont Neumann a démontré l'existence pour les courants fermés et uniformes, et il admet que la loi élémentaire des actions pondéromotrices et la loi élémentaire de l'induction se déduisent de ce potentiel de la même manière que les lois intégrales se déduisent du potentiel de Neumann.

» La théorie du potentiel thermodynamique montre que, pour deux éléments de courant, il existe un potentiel. La partie de ce potentiel qui dépend des intensités ne diffère de la forme proposée par Helmholtz que par un terme égal à $ii' \frac{\partial^2 R}{\partial s\, \partial s'}$, R étant une fonction de la distance des deux éléments.

» Si l'on veut que les phénomènes électrodynamiques s'expliquent par les actions mutuelles des particules électriques, la forme du potentiel dont dépendent ces actions se trouvera déterminée par la valeur du potentiel thermodynamique. On trouve donc ainsi la loi la plus générale que l'on puisse attribuer à ces actions électriques. On retrouve aussi le résultat obtenu par M. Maurice Lévy. Si l'on veut que la loi soit indépendante de toute hypothèse sur la nature du courant, on voit que cette loi ne renferme pas d'autre fonction indéterminée que la fonction R. On trouve alors la loi proposée par M. Clausius. Si au contraire on adopte l'hypothèse de Weber, la loi renferme en outre deux fonctions indéterminées de r, $\frac{\partial r}{\partial s}$, $\frac{\partial r}{\partial s'}$, $\frac{\partial^2 r}{\partial s\, \partial s'}$.

» 3. La Thermodynamique montre que l'on peut déduire les forces pondéromotrices de la valeur du potentiel conformément à la relation admise par Helmholtz. Ses forces ainsi obtenues diffèrent de celles que l'on obtiendrait en cherchant à expliquer les phénomènes électrodynamiques par des actions mutuelles de charges électriques. Cette explication doit donc être abandonnée.

» Helmholtz a analysé les actions mutuelles de deux segments de conducteurs traversés par des courants uniformes. Il a trouvé, entre autres actions, des forces agissant entre les extrémités de ces segments : ces forces sont indépendantes de la distance. De plus, la loi d'Helmholtz conduit à admettre l'existence de couples élémentaires. M. Bertrand a fait à ces résultats de judicieuses objections.

» Nous avons analysé d'une manière complète les actions mutuelles de deux segments de conducteurs traversés par des courants *dont l'intensité varie d'une manière continue* d'un point à un autre, et par conséquent s'annule aux extrémités. Nous avons pu aisément démontrer :

» 1° Que toutes les forces indépendantes de la distance s'évanouissent;

» 2° Que toutes les actions qui dépendent de la distance ont une résultante nulle à l'infini;

» 3° Que les couples élémentaires se composent de façon à donner à l'extrémité de chaque élément de longueur du conducteur une force du même ordre que l'élément, et une force finie aux points où la forme du conducteur présente une singularité.

» Ces conséquences montrent donc que les objections de M. Bertrand ne portent pas sur les courants ouverts tels que ceux que nous avons définis. Ces objections montrent simplement que l'hypothèse d'un courant dont l'intensité présenterait en certains points des discontinuités est une hypothèse inadmissible. Il n'y a rien dans cette dernière conclusion qui puisse étonner les physiciens.

» 4. La Thermodynamique permet de démontrer la relation admise par Helmholtz entre le potentiel élémentaire et la loi élémentaire de l'induction.

» On voit, par ce court résumé, que la Thermodynamique jette un jour nouveau sur la question si controversée des lois élémentaires de l'Électrodynamique. Elle résout cette question autant qu'il est possible de le faire dans l'état actuel de la Physique; elle n'y laisse indéterminée que la forme de la fonction R. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorème nouveau sur la dynamique des fluides.* Note de M. E.-F. Fournier, présentée par M. Faye.

« Considérons un fluide soumis à une *circulation horizontale quelconque* comme celle d'un liquide sur le fond d'un vase ou celle de l'atmosphère sur le niveau terrestre.

» Soient

ϖ la pression statique qu'indiquerait un baromètre à mercure sur tous les points du même niveau horizontal si le fluide s'y tenait en équilibre statique;

p la pression statique qui se manifeste en un point quelconque M de ce niveau dans le régime troublé;

v la vitesse du fluide traversant une section infinitésimale $d\omega$ à ce point, cette vitesse pouvant être considérée comme invariable pendant un élément de temps dt;

δ la densité du fluide au même point; dans les gaz soumis à la loi de Mariotte, $\delta = K_t p$; dans les liquides, δ est constant.

» Théorème. — *La circulation horizontale est caractérisée en tous points dans la couche horizontale du fluide considérée par l'équation générale*

$$v^2 = \frac{2g}{\delta}(\varpi - p) \tag{1}$$

pour les liquides,

$$v^2 = \frac{2g}{K_t}(l\varpi - lp) \tag{2}$$

pour les fluides gazeux.

» *Démonstration.* — Considérons le volume parallélépipédique de section $d\omega$ normale à la direction du mouvement et qui met le temps dt à passer au point géométrique M; ce volume est $d\omega v\,dt$, sa masse est $\frac{\delta}{g} d\omega v\,dt$, et l'accroissement différentiel de la résistance spécifique qu'il subit sur sa face antérieure $d\omega$ est $\frac{\delta}{g} v\,dt \times \frac{dv}{dt}$ ou $\frac{\delta}{g} v\,dv$. Si donc on suppose que cet accroissement différentiel de résistance se produit instantanément à l'époque t où la section antérieure du volume atteint le point M, en y supportant une résistance $-$ R, on devra admettre que, pendant toute la durée dt du passage du volume au point M, sa section antérieure $d\omega$ sera

soumise à une pression normale invariable $\left(-\mathrm{R}-\frac{\delta}{g}v\,dv\right)$. Or la masse totale du fluide contenu dans ce volume se déplaçant avec une vitesse constante v commune à toutes ses molécules, elle se transporte, en réalité, dans l'intervalle dt, en état d'équilibre statique, et, par suite, elle supporte, en toutes directions, la même pression statique spécifique qui, dans ces conditions, a donc précisément pour valeur celle $\left(-\mathrm{R}-\frac{\delta}{g}v\,dv\right)$ qui s'exerce normalement sur sa section antérieure. En d'autres termes, l'accroissement dp de la pression statique, dans l'intervalle dt, sur la trajectoire des filets du fluide, a pour expression générale

$$(3)\qquad \left(-\mathrm{R}-\frac{\delta}{g}v\,dv\right)-(-\mathrm{R})=-\frac{\delta}{g}v\,dv=dp;$$

mais, si les causes qui entretiennent le régime dynamique établi dans le fluide venaient à cesser d'agir, le fluide abandonné à lui-même reprendrait graduellement son état naturel d'équilibre statique sous la pression spécifique uniforme ϖ, dans le niveau horizontal considéré. En appliquant l'équation (3) à ce régime transitoire d'amortissement, on a alors

$$\int_{v}^{v=0}\frac{\delta}{g}v\,dv=\int_{p}^{\varpi}dp,$$

intégration conduisant aux formules (1) et (2) qu'il s'agissait d'établir.

» *Application.* — En transportant l'expression (1) dans l'équation exprimant l'équilibre entre les forces normales à la trajectoire du fluide, au point où son rayon de courbure est ρ, on trouve l'équation

$$2\frac{ds}{\rho}=\frac{dp}{\varpi-p},$$

ds représentant la différentielle de l'arc de la trajectoire : l'angle de *contingence* $d\varepsilon=\frac{ds}{\rho}$; donc on aura, en intégrant cette équation depuis l'origine des filets du fluide,

$$(4)\qquad \frac{\varpi-p}{\varpi-p_0}=e^{-\frac{2\pi}{180}(\varepsilon-\varepsilon_0)},$$

$\varepsilon-\varepsilon_0$ étant exprimé en degrés.

» Mais, si l'on suppose que, dans la circulation établie, celle d'un mouvement tourbillonnaire, par exemple, autour d'un axe central vertical, les

trajectoires horizontales du fluide soient des spirales logarithmiques, dont l'inclinaison constante, μ, sur tous les rayons vecteurs, serait donnée par l'équation

$$\operatorname{tang}\mu = \frac{180}{2\pi}, \quad \text{soit} \quad \mu = 88^\circ,$$

l'équation de ces trajectoires en coordonnées polaires serait, entre les mêmes limites,

$$(5) \qquad \frac{r}{r_0} = e^{+\frac{2\pi}{180^\circ}(\theta - \theta_0)},$$

et comme on aurait identiquement, dans ce cas, $\theta - \theta_0 = \varepsilon - \varepsilon_0$, on trouverait, en multipliant (4) et (5),

$$(6) \qquad \frac{\varpi - p}{\varpi - p_0} = \frac{r_0}{r},$$

loi exprimant que les dépressions varieraient en raison inverse des distances à l'axe des tourbillons; or j'ai constaté que cette relation se vérifie exactement dans tous les cyclones, au moyen des courbes barométriques qui y ont été observées, et en remarquant que, dans les tempêtes, le rapport $\frac{\varpi - p}{p}$ est assez petit pour qu'on puisse employer les formules relatives à la circulation des fluides incompressibles. On devrait donc conclure de cette analyse que, dans les cyclones, on peut considérer dans la pratique les trajectoires du vent réel comme circulaires; que leur inclinaison sur chaque rayon est de 88°; que l'angle $\varepsilon - \varepsilon'$, dont la direction du vent change entre des époques où l'on a observé les pressions barométriques p et p', a pour expression la différence logarithmique

$$\varepsilon - \varepsilon' = \frac{180}{2\pi} \operatorname{mod.} \varkappa [\log(\varpi - p') - \log(\varpi - p)];$$

que la vitesse du vent est donnée par la formule

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\delta}(\varpi - p)},$$

et que la dépression barométrique varie avec la distance de l'observateur à l'axe de l'ouragan, suivant la loi

$$\frac{\varpi - p'}{\varpi - p} = \frac{r}{r'}.$$

Ces trois formules nouvelles servent à résoudre, d'une façon immédiate et très simple, le problème, resté jusqu'ici sans solution, de la détermination géométrique de la marche relative d'un navire, sur la base d'un cyclone, au moyen des observations barométriques. »

CHIMIE. — *Sur les lois de la dissolution*. Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« J'ai montré, dans une Communication précédente ([1]), que les conditions de stabilité des équilibres chimiques sont les mêmes que celles des équilibres mécaniques; elles peuvent être résumées dans l'énoncé suivant : *Tout système en équilibre soumis à une action capable de le déformer ne peut éprouver que des modifications qui tendent à produire une réaction de nature semblable, mais de signe contraire à l'action qu'il subit, et réciproquement.*

» Ce principe de l'*opposition de l'action et de la réaction* fait connaître la *relation du signe* qui existe entre les deux phénomènes opposés, mais n'apprend rien sur leur *relation de grandeur*. On a pu cependant, dans certains cas particuliers, établir cette relation numérique en s'appuyant sur la théorie mécanique de la chaleur, et je me suis proposé de rechercher si cette méthode ne serait pas susceptible d'être généralisée.

» Les deux principes fondamentaux de la Thermodynamique donnent, pour l'équation différentielle d'une ligne adiabatique,

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\mathrm{E.L}}{\mathrm{T}(u' - u)}. \qquad (1)$$

» Cette équation en elle-même ne présente aucun intérêt au point de vue expérimental, le seul dont je me préoccupe ici; il est impossible, en effet, de réaliser la transformation adiabatique d'un système chimique. Mais, en adjoignant à cette équation une loi expérimentale antérieurement établie (par exemple la loi de détente du système à température constante), on peut en déduire la loi de la dilatation du système à pression ou à volume constant, loi qui peut être contrôlée par l'expérience. J'ai cherché à appliquer un procédé analogue à l'étude de la dissolution des sels.

» L'équation (1), appliquée à l'évaporation de l'eau et d'une dissolution saline saturée en présence d'un excès de sel, donne, en tenant compte de

---

([1]) *Comptes rendus*, 10 novembre 1884.

la loi expérimentale de la constance des tensions de vapeur et de la loi de Mariotte, les relations suivantes entre ces tensions et les températures

$$(2)\qquad \frac{d\varpi}{dt} = \frac{E\lambda}{T(u'-u)},$$

$$(3)\qquad \frac{dp}{dt} = \frac{E\left(\frac{xQ}{1-mx}+\lambda\right)}{T(u'_1-u_1)},$$

dans lesquelles

x est le coefficient de solubilité exprimant le nombre d'équivalents du sel anhydre dissous dans $1^{éq}$ d'eau;

m le nombre d'équivalents d'eau qu'abandonne $1^{éq}$ de sel cristallisé en se dissolvant;

Q la chaleur de dissolution à saturation de $1^{éq}$ de sel cristallisé.

» Ces deux équations, transformées en tenant compte de la loi expérimentale de Mariotte et retranchées membre à membre, donnent

$$(4)\qquad \frac{d\varpi}{\varpi} - \frac{dp}{p} = -k\frac{x}{1-mx}Q\frac{dt}{T^2}.$$

» D'autre part, la loi expérimentale de Wullner sur les tensions de vapeur donne la relation

$$(5)\qquad \frac{\varpi - p}{\varpi} = \delta x;$$

d'où l'on déduit

$$(6)\qquad \frac{d\varpi}{\omega} - \frac{dp}{p} = \frac{-\delta\,dx}{1-\delta x}.$$

» Rapprochant (4) et (6), on obtient pour l'équation différentielle des courbes de solubilité

$$(7)\qquad \frac{\delta(1-mx)}{(1-\delta x)}\frac{dx}{x} = kQ\frac{dt}{T^2}.$$

» Cette équation ne donne que la loi approchée de la variation de la solubilité, puisqu'elle repose sur les deux lois expérimentales de Mariotte et de Wullner, qui ne sont elles-mêmes qu'approximatives. Elle est d'autant plus exacte que la valeur absolue de Q est plus grande; on peut s'en rendre compte en laissant subsister dans le calcul les termes correctifs qui rendraient exactes les lois expérimentales citées plus haut. On constate de plus

que les erreurs commises en négligeant ces termes sont de signe contraire et par suite se compensent partiellement.

» On peut encore simplifier cette équation en remarquant que les deux facteurs $(1 - mx)$ et $(1 - \delta x)$ diffèrent généralement peu de l'unité; elle prend alors la forme

$$(8) \qquad \frac{dx}{x} = \frac{k}{\delta} Q \frac{dt}{T^2}.$$

» Je me propose de montrer dans une prochaine Communication que cette formule, quelque approximative qu'elle soit, peut conduire à des conséquences intéressantes qui sont directement vérifiables par l'expérience. »

CHIMIE. — *Détermination de quelques poids atomiques*. Note de M. **J.-D. Van der Plaats.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de mes recherches sur les poids atomiques de quelques corps simples, recherches dont je publierai prochainement les détails.

» *Carbone*. — Du graphite de Ceylan a été purifié par les méthodes ordinaires : traitements par la potasse, l'eau régale, le chlore et, en dernier lieu, pendant plusieurs jours, par l'acide fluorhydrique additionné d'acide nitrique. Ce graphite, bien lavé et séché dans une nacelle de platine, était pesé à l'abri de l'humidité ou dans le vide. L'oxydation s'effectuait dans un courant d'oxygène. Le mélange d'acide carbonique et d'oxygène passait sur de l'oxyde de cuivre, puis sur du cuivre métallique, pour retenir la presque totalité de l'oxygène en excès. L'acide carbonique était absorbé par deux tubes contenant une solution concentrée de potasse et par deux tubes en U contenant de la chaux sodée, dont le dernier n'a jamais augmenté de plus de 2^{mgr}. Les bouchons étaient supprimés ; les tubes en verre se touchaient et étaient reliés par des tubes en caoutchouc très épais et bien séchés. Comme agent dessiccateur, j'ai toujours employé l'acide sulfurique concentré, qui est plus commode et presque aussi efficace que l'acide phosphorique anhydre. Le graphite a été, une dernière fois, séché dans le tube même où se fit l'oxydation.

» Comme un autre échantillon de graphite brûlait trop difficilement pour être oxydé dans mon appareil, j'ai purifié du charbon de sucre par une température élevée et l'action du chlore.

» En troisième lieu, j'ai préparé une petite quantité de carbone pur avec du papier à filtre purifié, n° 589 de MM. Schleicher et Schüll. Ce papier a été calciné entre deux plaques de platine, puis chauffé par un courant électrique dans une atmosphère de chlore.

» Voici les résultats de ces déterminations :

Nos.	Carbone brûlé, déduction faite des cendres.	Produits de l'oxydation. Acide carbonique.	Cendres.	Eau.	Poids atomique du carbone.
	gr	gr	mgr	mgr	
1......	5,1217	18,778	0,7	1,0	12,0014
2.......	9,0532	33,1931	1,0	0,9	12,0010
3.......	13,0285	47,7661	1,1	0,6	12,0018
4.......	11,7352	43,0210	1,2	3,4	12,0031
5.......	19,1335	70,1336	0,7	3,7	12,0053
6.......	4,4017	16,1352	1,2	1,3	12,0045

Nos 1, 2, 3, graphite; 4 et 5, charbon de sucre; 6, charbon de papier.

» *Phosphore.* — Trois méthodes ont été employées :

» 1° Précipitation du sulfate d'argent par le phosphore :

$$5Ag^2SO^4 + 5H^2O + 2P = 5H^2SO^4 + P^2O^5 + 10Ag.$$

Le phosphore a été distillé deux fois, dans un courant d'azote, et pesé dans une ampoule de verre fermée à la lampe. L'argent précipité a été bien lavé, puis chauffé au rouge.

Phosphore.	Argent.	Poids atomique.
0,9096 ont précipité........	15,8865	30,90
0,5832 »	10,1622	30,97

» 2° Analyse du phosphate d'argent Ag^3PO^4. Il est difficile de s'assurer de la pureté de ce sel.

Ag^3PO^4.	Argent.	Poids atomique.
6,6300 renferment..........	5,1250	31,08
12,7170 »	9,8335	30,95

» 3° Oxydation du phosphore jaune par l'oxygène à pression faible. Le phosphore a été placé dans une cornue de verre dur, le col rempli d'amiante feutré et muni d'un petit robinet. On a fait le vide et pesé; puis l'ampoule pleine de phosphore a été brisée et l'on a fait entrer lentement de l'oxygène sec. Si la température s'élève trop, une partie du phosphore passe à la modification rouge, et l'expérience est perdue. Ce n'est qu'à

la fin qu'on porte la température à 500° et qu'on laisse entrer librement l'oxygène.

» Après le refroidissement, on refait le vide et on pèse de nouveau.

Phosphore.		Anhydride phosphorique.	Poids atomique.
10,8230	ont donné	24,7925	30,99
7,7624	»	17,7915	30,96

» J'estime que la première méthode est celle qui comporte le plus de précision, mais qu'il faut éviter encore quelques petites causes d'erreurs, qui ont altéré mes résultats. J'ai plus de confiance dans les nombres de ma dernière série.

» *Étain.* — L'étain de Banka ou de Biliton est à peu près pur. Voici les résultats de deux analyses faites avec soin sur 200gr de métal. J'y ai joint une analyse de G.-J. Mulder, exécutée en 1851 sur l'étain de Banka.

	Mulder, 1851.	Étain de Banka.	Étain de Biliton.
Fer	0,019	0,015	0,026
Plomb	0,014	0,017	0,021
Cuivre	0,006	0,005	0,000
Silice		0,010	0,021
Étain (par différence).........	99,961	99,953	99,941
	100,000	100,000	100,000

» L'acide stannique provenant de ces analyses a été réduit et a donné un métal tout à fait pur. Un poids connu d'étain a été attaqué par l'acide nitrique, et l'acide stannique a été chauffé au rouge vif dans un creuset de *porcelaine*.

Étain.		Oxyde stannique.	Sn.
9,6756	ont donné	12,2967	118,11
12,7356	»	16,1885	118,03
23,4211	»	29,7667	118,11

Oxyde stannique réduit par l'hydrogène.		Étain.	Sn.
5,5015	ont donné	4,3280	118,02
4,9760	»	3,9145	118,01
3,8225	»	3,0078	118,14
2,9935	»	2,3553	118,10

» La réaction s'effectuait dans une nacelle de porcelaine.

» L'oxyde stannique des trois dernières expériences résultait de la précipitation fractionnée du protochlorure d'étain par l'oxygène de l'air. Ces trois échantillons ont été réduits dans le même courant d'hydrogène.

» Dans les calculs ci-dessus, j'ai adopté O = 16 et Ag = 107,93.

» *Zinc.* — Je me suis procuré du zinc pur, par la réduction de l'oxyde de zinc dans un courant d'hydrogène, ou par l'électrolyse du sulfate. J'ai décomposé l'acide sulfurique dilué par ce métal, et mesuré l'hydrogène dégagé (H = 1) :

Zinc.		lit	Zn.
6,6725	ont dégagé.....	1,1424	65,21
9,1271	»	1,5643	65,14
13,8758	»	2,3767	65,18

» Ces résultats, pour le zinc, ne sont pas directement comparables à ceux de MM. Axel Erdmann et Marignac, parce que la relation O:H est encore incertaine de $\frac{1}{200}$. Les synthèses de l'eau par Dumas, Erdmann et Marchand conduisent à O = 16H. Mais les nouvelles déterminations de M. Stas donnent, pour le poids moléculaire de l'ammonium, 18,076(O = 16), tandis que le poids atomique de l'azote n'est évalué qu'à 14,044 (Stas en 1865) ou 14,055 (Stas en 1882). H^4 est donc égal à 4,032 ou 4,021, et le rapport $\frac{O}{H}$ = 15,87 ou 15,92. Mes nombreuses expériences pour fixer ce rapport n'ont pas encore donné des résultats concordants [1]. »

CHIMIE. — *Sur la saturation de l'acide phosphorique par les bases.* Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Debray.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 529), j'ai montré comment on peut titrer des solutions aqueuses d'acide phosphorique en se servant, pour fixer la limite de neutralisation, d'une matière colorante désignée dans le commerce sous les noms d'*hélianthine*, de *tropéoline* OO ou d'*orangé n*° 3 de la maison Poirrier. Quelques gouttes d'une solu-

---

[1] Toutes les pesées mentionnées dans ce résumé sont réduites au vide, et j'ai constaté la pureté de tous les réactifs employés. L'argent nécessaire était produit en réduisant le nitrate par le sulfite cuivreux ammonical (méthode de M. Stas). 10gr de ce métal ont été chauffés à 600° dans le vide d'une pompe à mercure : ils n'ont pas changé de poids.

Mes expériences ont été effectuées dans les laboratoires de l'école vétérinaire à Utrecht.

tion aqueuse très étendue de cette substance ($0^{gr},05$ pour 100 d'eau) communiquent à une solution saline neutre ou alcaline une coloration jaune, qui vire au rouge en présence des acides. Lorsque, dans une solution d'acide phosphorique libre, additionnée de quelques gouttes de cette matière colorante, on fait tomber peu à peu une solution alcaline de potasse, de soude, d'ammoniaque, de chaux ou de baryte, on reconnaît que la liqueur vire au jaune, c'est-à-dire que la neutralisation est atteinte lorsque l'on a versé exactement $1^{éq}$ de chacune de ces bases.

» Le titrage des solutions d'acide phosphorique peut aussi être effectué avec une très grande netteté, en ajoutant au liquide acide quelques gouttes d'une solution alcoolique très étendue de la *pthaléine du phénol*. Ce liquide ne communique à un liquide acide aucune coloration; mais, si l'on y verse une solution alcaline, il arrive un moment où la liqueur vire brusquement au rouge. A ce moment, on reconnaît que l'on a fait réagir sur l'acide phosphorique un volume de la solution alcaline correspondant à $2^{éq}$ de base pour $1^{éq}$ d'acide phosphorique.

» Ainsi, tandis que, vis-à-vis de l'orangé n° 3, la saturation de l'acide phosphorique est atteinte pour $1^{éq}$ de base, il faut, en présence de la phtaléine du phénol, $2^{éq}$ de base pour neutraliser le même acide.

» C'est là un exemple très net, bien propre à mettre en évidence ce fait, que la neutralité d'un sel, formé par un acide fort et une base forte, varie avec la nature du réactif coloré employé à la constater.

» Ce fait conduit d'ailleurs à une conséquence pratique digne d'intérêt. L'emploi simultané des deux matières colorantes indiquées plus haut permet de doser, par liqueur titrée, l'acide phosphorique en présence d'un acide monobasique, tel que l'acide chlorhydrique. Ce dernier, en effet, est neutralisé par $1^{éq}$ d'une solution basique, quelle que soit la matière colorante employée pour indiquer la limite de saturation.

» Prenons comme exemple le liquide acide qui résulte de la décomposition par l'eau de l'oxychlorure de phosphore : il contient $1^{éq}$ d'acide phosphorique pour $3^{éq}$ d'acide chlorhydrique. Après avoir ajouté à ce liquide quelques gouttes d'orangé n° 3, versons peu à peu une solution alcaline étendue, titrée ou non; la saturation sera atteinte pour un volume V de cette liqueur. Au liquide qui est maintenant d'un jaune clair, ajoutons quelques gouttes de phtaléine et continuons à verser la liqueur alcaline; la couleur rouge apparaît lorsqu'on a versé un nouveau volume de celle-ci égal à $\frac{V}{4}$.

» Avec le mélange d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique qui résulte de la décomposition par l'eau du perchlorure de phosphore, on constate que le rapport des volumes de la solution alcaline qui saturent un même volume de la liqueur acide, en présence de l'orangé d'une part, et de la phtaléine de l'autre, est de 6 à 7.

» D'une façon générale, soient x et y les volumes d'une solution alcaline titrée qui satureraient séparément l'acide phosphorique et un acide monobasique (¹) contenus dans une dissolution, en présence de l'orangé, et V le volume total de la liqueur alcaline, on aura la relation

$$x + y = \mathrm{V}.$$

» Si V′ est le volume de la même solution alcaline qui sature le mélange des deux acides en présence de la phtaléine du phénol, on aura, cette fois,

$$2x + y = \mathrm{V}'.$$

» De la comparaison de ces deux équations, on tire les poids respectifs de l'acide phosphorique et de l'acide monobasique contenus dans le mélange. La différence des deux volumes $\mathrm{V}' - \mathrm{V}$ permet de calculer immédiatement le poids de l'acide phosphorique, si celui-là seul intéresse.

» J'indiquerai, dans une prochaine Communication, quelques autres résultats simples, auxquels conduit l'emploi comparatif de ces deux matières colorantes pour l'analyse des phosphates, et pour le titrage de quelques acides et de leurs mélanges. L'acide borique, en particulier, offre des réactions d'une très grande netteté. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'eau oxygénée.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Friedel.

« L'eau oxygénée pure est un corps d'une préparation longue et difficile, et que bien peu de personnes ont eu l'occasion de manier. Au contraire, l'eau oxygénée très étendue est d'une préparation courante, et l'on

(¹) Nous supposons ici qu'on s'est préalablement assuré de la netteté du virage en présence de l'une ou l'autre des deux matières colorantes. Il est, en effet, quelques acides monobasiques qui présentent, sous ce rapport, des différences très marquées. Ainsi l'acide acétique ne peut être titré avec l'orangé; le virage est très net au contraire avec la phtaléine.

trouve à bas prix, dans le commerce, une eau dégageant de huit à dix fois son volume d'oxygène.

» Ayant eu besoin, pour des travaux qui feront l'objet d'une prochaine Note, d'eau oxygénée plus concentrée, j'ai cherché à en préparer, et j'ai reconnu que la plupart des réactions indiquées pour ce corps ne s'appliquent qu'à l'eau oxygénée très concentrée.

» *Action de la chaleur.* — Lorsque l'on distille de l'eau oxygénée très étendue, de 5^{vol} à 10^{vol} par exemple, elle ne se décompose pas sensiblement. Ainsi j'ai distillé 500^{cc} marquant $5^{vol},8$, de façon à recueillir 250^{cc} que j'ai réunis à la portion non distillée. Le titre de ce mélange était $5^{vol},2$. Dans ces conditions, une petite quantité distille, tandis que la majeure partie se concentre dans le résidu. Mais, dès que la liqueur correspond à 12^{vol} environ, la décomposition commence. Cependant, quand l'eau oxygénée est bien pure, la décomposition est assez lente pour que l'on puisse concentrer la liqueur au bain-marie, ainsi que le prouvent les nombres suivants :

» 100^{gr} d'eau oxygénée à 15^{vol}, évaporés au bain-marie dans un grand verre de montre, ont fourni 9^{gr} d'eau oxygénée à 72^{vol}. Je n'ai pu dépasser cette limite, la décomposition compensant alors la concentration de l'eau oxygénée. Cette limite varie, du reste, beaucoup avec la pureté de l'eau employée.

» Mais, en pratique, on peut concentrer par la chaleur l'eau oxygénée jusqu'à 15^{vol} sans en perdre une quantité notable. Je citerai, à l'appui, les nombres suivants :

» 800^{cc} d'eau oxygénée à $3^{vol},15$ ont été évaporés au bain-marie de façon à les réduire à 115^{cc}, marquant alors $15^{vol},275$. La perte d'eau oxygénée, due à la décomposition et à l'évaporation, a donc été de $\frac{2}{7}$, ce qui est peu de chose lorsqu'il s'agit de concentrer des liqueurs aussi étendues. La perte eût, du reste, été bien diminuée, si l'on eût condensé les vapeurs qui en ont entraîné une quantité notable.

» *Action du froid.* — Lorsque l'on soumet à l'action réfrigérante d'un mélange de glace et de sel une eau oxygénée étendue, elle se prend facilement, et les cristaux sont formés sensiblement d'eau pure. La plus grande difficulté consiste à séparer l'eau mère interposée entre les cristaux de glace. Une essoreuse m'aurait rendu les plus grands services pour cet usage, mais je n'ai pu m'en procurer une. J'ai obtenu de bons résultats du lavage méthodique des cristaux avec d'autres liqueurs moins concentrées et refroidies à 0°.

» Au moment de la congélation, on voit souvent des bulles gazeuses se dégager. Elles ne sont pas dues à une décomposition de l'eau oxygénée, mais seulement au départ de l'oxygène dissous dans l'eau. J'ai observé constamment un autre phénomène très singulier. Lorsque l'on fait fondre lentement la glace provenant d'une eau oxygénée marquant entre 20^{vol} et 50^{vol}, les premières eaux qui s'écoulent sont plus riches en eau oxygénée que la portion que l'on avait décantée. Je serais porté à croire à l'existence d'un hydrate d'eau oxygénée fondant entre -13° et -15°. Je reviendrai du reste sur ce fait dans la suite de ce Mémoire.

» Plus on prolonge l'action du froid, plus la liqueur se concentre, mais la richesse du liquide n'est pas inversement proportionnelle à la quantité recueillie, à cause de la difficulté de séparer les eaux-mères interposées, et peut-être aussi à cause de la formation de cet hydrate. J'ai obtenu les meilleurs résultats en congelant à chaque fois moitié environ de la liqueur. Voici, du reste, quelques nombres qui indiquent bien la marche de l'opération : 500^{gr} d'eau à $11^{vol},8$ ont été congelés. Le liquide égoutté formait 300^{cc} marquant $17^{vol},9$, tandis que les cristaux, après fusion, ne marquaient que $0^{vol},75$. Ces 300^{cc}, après une nouvelle congélation, ont fourni 200^{cc} d'eau à 23^{vol}.

» Les nombres suivants montrent bien l'influence de la fusion sur la composition de l'eau qui s'écoule :

» $10^{kg},650$ d'eau à 13^{vol} ont été congelés. Par décantation, puis par fusion de la glace, on a isolé les portions suivantes :

Eau.	
kg	vol
4,200	19,5
0,180	25,74
0,650	23,08
1,250	14,62
2,650	3,93
1,700	1,06

» Lorsque la concentration de l'eau oxygénée augmente, la congélation se fait difficilement, et lorsqu'elle titre 70^{vol}, l'eau oxygénée ne se congèle plus sensiblement vers -13°. J'ai alors essayé des réfrigérants plus énergiques, tels que le chlorure de méthyle. Le mélange se prend alors en une sorte de gelée fondant vers -15° et dont je poursuis actuellement l'étude. Le liquide se concentre encore, mais beaucoup plus lentement;

je suis ainsi arrivé jusqu'à 140 volumes, et j'aurais pu, je crois, aller plus loin, mais l'opération devient longue et pénible.

» *Préparation.* — D'après ce qui précède, voici la marche qui me paraît la plus avantageuse pour obtenir rapidement de l'eau oxygénée concentrée :

» On prépare de l'eau oxygénée marquant entre 6 et 8^{vol} par la réaction de l'acide fluorhydrique sur le bioxyde de baryum lavé avec soin à l'eau pour le débarrasser de ses sels solubles. Cette eau oxygénée est alors additionnée d'eau de baryte jusqu'à réaction franchement alcaline. Il se précipite du bioxyde de baryum, ainsi que l'oxyde de fer ou de manganèse que pouvait renfermer la liqueur; on filtre, on neutralise par l'acide sulfurique et on concentre la liqueur au bain-marie jusqu'à ce qu'elle marque de 12 à 15^{vol}. On la soumet alors à des congélations successives (4 à 5 suffisent) de façon à l'amener jusqu'à 70 à 80^{vol}, puis on termine la concentration dans le vide sec.

» Le grand avantage de ce procédé consiste dans ce fait que l'on purifie l'eau oxygénée alors qu'elle est très étendue, c'est-à-dire très stable, et que les manipulations ultérieures n'amènent pas de nouvelles causes de décomposition, comme cela a lieu dans le procédé de Thenard. Cette méthode est en outre de beaucoup la plus rapide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fusibilité dans la série oxalique.* Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Friedel.

« La fusibilité dans la série oxalique a déjà été l'objet de l'attention de M. Ad. Baeyer. Dans une courte Note publiée en 1877, M. Baeyer fait les remarques suivantes : 1° Les termes qui renferment un nombre *pair* d'atomes de carbone ont un point de fusion plus élevé que ceux qui renferment un nombre *impair* d'atomes de cet élément; 2° dans la série des acides *impairs*, le point de fusion va en s'élevant, tandis qu'il s'abaisse dans la série des acides *pairs*, de telle sorte que, dans les deux séries, on s'approche d'une certaine valeur moyenne. Les observations de M. Baeyer concernent les termes compris entre C^4, l'acide succinique, et C^{11}, l'acide brassylique, l'un et l'autre inclus.

» Dans l'étude que je me propose de refaire de cette question, je remonterai plus haut et je descendrai moins bas dans la série totale. Je n'en envisagerai que les *cinq* premiers termes, l'acide oxalique et ses quatre homologues immédiatement supérieurs C^3, C^4, C^5 et C^6, jusqu'à l'acide adipique inclus, $COOH-(CH^2)^4-COOH$. Ce sont les seuls du groupe oxalique nor-

mal que l'on a pu obtenir jusqu'ici par voie synthétique et dont la constitution peut être regardée comme déterminée avec certitude.

» Je rappellerai tout d'abord les points de fusion attribués à ces acides :

Acides.	Fusion.	Poids moléculaires.	
Acide oxalique ($C^2H^2O^4$)............	212°	90	CO(OH)-CO(OH)
Acide malonique ($C^3H^4O^4$)...........	132	104	$CO(OH)-CH^2-CO(OH)$
Acide succinique ($C^4H^6O^4$)...........	180	118	$CO(OH)-(CH^2)^2-CO(OH)$
Acide pyrotartrique normal ($C^5H^8O^4$)...	97,5	132	$CO(OH)-(CH^2)^3-CO(OH)$
Acide adipique ($C^6H^{10}O^4$)	148	146	$CO(OH)-(CH^2)^4-CO(OH)$

» Ainsi, on l'aperçoit tout de suite, la fusibilité varie, dans ce groupe, tout autrement que les poids moléculaires; ceux-ci vont en s'élevant graduellement, suivant une progression arithmétique dont la raison est 14; la fusibilité, au contraire, varie d'une manière alternante, en s'abaissant pour se relever ensuite. On remarque que les abaissements se produisent, lors du passage d'un terme à nombre *pair* d'atomes de carbone au terme suivant à nombre *impair;* la relation inverse s'accompagne, au contraire, d'un relèvement dans le point de fusion.

» Ces variations paraissent au premier abord se produire au hasard, sans régularité ; il n'en est rien au fond : un examen plus attentif permet de constater des différences, à peu de chose près, les mêmes entre les différents termes successifs, soit en plus, soit en moins :

	Fusion.	Différence.
$C^2H^2O^4$....................	212°	— 80°
$C^3H^4O^4$....................	132	
$C^4H^6O^4$....................	180	— 82°,5
$C^5H^8O^4$....................	97,5	

» L'addition du chaînon CH^2, transformant un acide *pair* en un acide *impair*, abaisse donc le point de fusion d'environ 80° :

	Fusion.	Différence.
$C^3H^4O^4$....................	132°	+ 48°
$C^4H^6O^4$....................	180	
$C^5H^8O^4$....................	97,5	+ 50°,5
$C^6H^{10}O^4$....................	148	

» L'addition d'un chaînon CH^2 transformant un terme *impair* en un terme *pair* élève donc le point de fusion d'environ 48°.

» Ce petit groupe de cinq acides peut être réparti en deux séries partielles. L'une, la série *paire*, constituée par les acides oxalique, succinique

et adipique; l'autre, la série *impaire*, constituée par les acides malonique et pyrotartrique. Dans chacune d'elles, chaque terme diffère de son voisin par un double chaînon méthylène $-CH^2-CH^2-$; il est bien remarquable que dans chacune de ces séries partielles cette différence de composition entraîne dans la *fusibilité* une différence d'un même nombre de degrés, approximativement, environ 32°.

Série paire.

	Fusion.	Différence.
$C^2H^2O^4$	212°	
$C^4H^6O^4$	180	— 32°
$C^6H^{10}O^4$	148	— 32

Série impaire.

	Fusion.	Différence.
$C^3H^4O^4$	132	
$C^5H^8O^4$	97,5	— 34,5

» On voit donc que dans *l'une et l'autre série* la fusibilité suit la *même* marche. Entre deux termes voisins existe, quant aux points de fusion, des différences de *même signe* et très approximativement de *même valeur*.

» Les relations que je tiens à préciser persistent-elles au delà de l'étage C^6? Il n'est guère possible de répondre avec certitude à cette question, vu qu'au delà de l'acide adipique on ne connaît que d'une manière problématique la constitution des acides bibasiques. On serait autorisé à répondre que non, s'il était vrai que l'acide *subérique* C^8 (fusion : 140°) et l'acide *pimélique* C^7 (fusion : 103°) qui en dérive, pussent être regardés comme des acides *normaux*, de véritables homologues de l'acide oxalique. On aurait, en effet, des relations nouvelles d'un tout autre genre que celles qui existent entre les termes précédents.

	Fusion.	Différence.
$C^6H^{10}O^4$	148°	
$C^8H^{14}O^4$	140	— 8°
$C^5H^8O^4$	97,5	
$C^7H^{12}O^4$	103	+ 5°,5.

» Je crois prudent de m'abstenir pour le moment de toute affirmation.

» On connaît aujourd'hui deux sortes de dérivés *solides* des acides de la série oxalique : ce sont les *éthers biméthyliques* et les *amides*.

» En ce qui concerne les éthers biméthyliques, que l'on a préparés jusqu'au succinate inclusivement, il existe entre eux, quant à la fusibilité, des relations du même ordre que celles que l'on constate entre les acides libres.

» Oxalate biméthylique solide, fusion : 54°; malonate, liquide non congelable à — 14°; succinate, solide, fusion + 18°.

» Le malonate, terme *impair*, est naturellement liquide, et son point de congélation doit être situé très bas au-dessous de 0°.

» L'oxalate et le succinate, termes *pairs*, sont naturellement solides; l'addition de C^2H^4 à l'oxalate, pour le transformer en succinate, entraîne dans le point de fusion un abaissement de 36°. La différence était 32° ou 34°, 5 entre les acides correspondants.

» En fait d'amides, on ne connaît non plus que les amides oxalique, malonique et succinique. Des différences analogues à celles que je viens d'indiquer se constatent entre ces trois composés; l'amide malonique, corps aisément cristallisable, assez soluble dans l'eau et fusible à 170°, prend place entre deux corps d'aspect et de propriétés tout à fait différents; les amides oxalique et succinique sont, en effet, des sortes de précipités farineux, micro-cristallins, extrêmement peu solubles dans l'eau et difficiles à fondre. J'ai constaté que l'amide succinique n'entre pas encore en fusion à 240°.

» Je me propose de compléter la série des amides comme celle des éthers méthyliques; j'ai l'intention surtout de préparer et d'examiner les amides méthyliques qui, à cause de leur point de fusion moins élevé que celui des amides proprement dites, se prêteront mieux que celles-ci à établir des comparaisons. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion de quelques substances de la série grasse.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« Les recherches dont je communique aujourd'hui les résultats ont été faites avec quelques substances n'ayant aucune relation entre elles, mais présentant chacune un certain intérêt au point de vue thermochimique.

» Les nombres qui ont servi à calculer les chaleurs de formation des diverses substances étudiées ont été pris dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1885, dans le Tableau des données thermochimiques de M. Berthelot. Les nombres pour les chaleurs de combustion sont toujours des moyennes d'au moins trois expériences, différant entre elles au plus de $\frac{1}{2}$ pour 100.

» Les recherches actuelles ont porté sur :

» I. *L'acétal.* — D'après les travaux de MM. Wurtz et Frapoli, ce corps peut être considéré comme provenant de la combinaison d'une molécule

d'aldéhyde et d'une molécule d'éther ordinaire, c'est-à-dire de

$$C^2H^4O + \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} \Big> O = \Big\{ \begin{matrix} C^2H^4 \\ (C^2H^5)^2 \end{matrix} \Big> O^2.$$

» Il était intéressant d'étudier les phénomènes thermiques qui doivent se produire dans cette réaction. L'acétal dont j'ai déterminé la chaleur de combustion provenait de la fabrique de Kahlbaum, de Berlin. Il a été soigneusement purifié et analysé par moi.

» 1^{gr} de cette substance dégage dans sa combustion $7784^{cal},81$, et 1^{mol} en gramme suivant l'équation

$C^6H^{14}O^2$ liq. + 17 O gaz = 6 CO^2 gaz + 7 H^2O liq.	$918583^{cal},98$
Chaleur de formation de l'acétal en grandes calories............	1,047 — 919 = 128

	cal
Chaleur de formation de C^2H^4O liq.	+ 56500
Chaleur de formation de $C^4H^{10}O$	+ 72000
Somme	128500

» La différence entre la chaleur de formation de l'acétal et celle de ses composants est $0^{Cal},500$, ce qui indique que la formation de l'acétal à partir de l'aldehyde et de l'éther ordinaire n'est accompagnée que d'un effet thermique minime.

» Si l'on considère l'acétal comme formé de $C^2H^4O + 2C^2H^6O - H^2O$, on obtient pour les composants :

Cal
56,5
+141,0
— 69,0
+128,5

» Dans ce cas, il n'y a également presque pas eu d'effet thermique dans la transformation en acétal.

» II. *Oxyde de mésityle.* — Ce corps présente également un certain intérêt, étant formé par la combinaison de 2^{mol} d'acétone avec élimination de H^2O. La substance obtenue chez Kahlbaum a été purifiée et analysée par moi.

1^{gr} de substance dégage dans sa combustion........................	$8634^{cal},06$
1^{mol} en grammes, suivant $C^6H^{10}O$ liq. + 16 O gaz = 6 CO^2 + 5 H^2O gaz liq. dégage..	$846137^{cal},88$

» Dans la combustion de 2^{mol} de $(CH^3)^2CO^2$ il se dégage 848000^{cal},

c'est-à-dire un nombre de calories à peu près égal à celui de la combustion de l'oxyde de mésityle. La chaleur de formation de ce dernier corps à partir des éléments égale 63000^{cal}. La chaleur de formation de 2^{mol} d'acétone dans les mêmes conditions égale 130000^{cal}, dont il faut déduire la chaleur de formation de $H^2O - 69^{cal}$; reste 61000^{cal}.

» Elle est un peu inférieure à celle de l'oxyde de mésityle (de 2000^{cal} qui ont été absorbées dans la formation de ce dernier corps en partant de 2^{mol} d'acétone avec formation de H^2O).

» III. *Aldéhyde crotonique* $\left(\begin{array}{c} CH^2 \\ \| \\ CH \\ | \\ CH^2 \\ | \\ COH \end{array}\right)$. — Je dois l'échantillon de ce corps sur lequel j'ai opéré, à l'obligeance de notre regretté confrère Henninger. La chaleur de combustion de cette matière, à point d'ébullition peu élevé et très volatile, est difficile à déterminer; je n'ai pu obtenir qu'une seule fois une concordance approximative entre la quantité de substance comburée, déterminée par la perte de poids de la lampe, et celle qui a été calculée en partant de la quantité de CO^2 recueillie dans les tubes d'absorption; et encore le dernier nombre était inférieur au premier de 1,24 pour 100. C'est avec cette réserve que je cite ces nombres :

Chaleur dégagée dans la combustion de 1^{gr} de substance	$7747^{cal},37$
Dans la combustion de 1^{mol} en grammes, suivant l'équation	
C^4H^6O liq. $+ 10\,O$ gaz $= 4CO^2$ gaz $+ 3H^2O$ liq.	542316^{cal}

» Cette aldéhyde peut être formée de 2^{mol} de $CH^3 = COH - HOC(CH^3) - H^2O$.

» Les phénomènes thermiques accompagnant cette réaction seraient :

Chaleur de formation de l'aldéhyde crotonique $= 583^{cal} - 542^{cal}$	41^{cal}
Chaleur de formation de $2\,C^2H^4O = 113^{cal} - 69^{cal}$	44^{cal}

» Il suit de là qu'il a été dépensé, dans la transformation de $2\,C^2H^4O$ en molécules d'aldéhyde crotonique avec formation de H^2O, à peu près 3^{cal}.

» IV. *Acide isobutyrique* $\left(\begin{array}{c} CH^3\ CH^3 \\ \diagdown\ \diagup \\ CH \\ | \\ CO^2H \end{array}\right)$. — Dans un travail publié précédemment (*Comptes rendus*, 1881, t. XCII, p. 528), j'ai communiqué les données que j'ai obtenues pour la chaleur de combustion de l'acide copronique.

La chaleur de combustion de cette substance, déterminée par moi, s'est trouvée être de 2 pour 100 supérieure au nombre donné par Favre et Silbermann.

» Dans le but de continuer la vérification des nombres que ces observateurs donnent pour les chaleurs de combustion de la série des acides gras, j'ai déterminé les chaleurs de combustion de l'acide isobutyrique, qui ne doit différer que fort peu de celle de l'acide normal.

Chaleur dégagée dans la combustion de 1^{gr} de substance..........	$5884^{cal},04$
Chaleur de combustion de 1^{mol} d'acide en grammes d'après l'équation	
$C^4H^8O^2$ liq. + $10\,O$ gaz = $4\,CO^2$ gaz + $4\,H^2O$ liq...............	517796^{cal}

» Dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1885, on trouve, pour les chaleurs de combustion de l'acide butyrique, d'après la même équation, 497000^{cal}, nombre notablement inférieur à celui qui a été obtenu par moi, pour l'acide isobutyrique. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la germination dans un sol riche en matières organiques, mais exempt de microbes.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« La destruction, par les microbes, de la matière organique du sol, et la production sur ce sol d'une végétation nouvelle, sont deux phénomènes qui s'accompagnent constamment. Ont-ils une relation nécessaire l'un avec l'autre? On sait déjà, par M. Pasteur, que les êtres microscopiques ne peuvent vivre qu'aux dépens des matériaux complexes élaborés par la plante à chlorophylle. La plante pourrait-elle se développer en l'absence des êtres microscopiques, c'est-à-dire utiliser, en dehors d'eux, la matière organique, telle qu'elle lui vient de la plante qui l'a précédée sur le sol qu'elle occupe?

» C'est là un problème intéressant, qui exige la solution préliminaire de la question que voici. Une graine ayant été semée dans un sol riche en matière organique, mais stérilisé au point de vue des microbes, va-t-elle pouvoir utiliser l'engrais mis à sa disposition. Si cet engrais a besoin d'une élaboration préalable, analogue aux transformations que produisent chez les animaux supérieurs les diastases digestives, la plante jeune va-t-elle pouvoir sécréter et répandre dans le sol qui la porte la diastase utile, de façon à se préparer, autour de ses racines, des matériaux absorbables, ou

bien devra-t-elle attendre que les microbes, très actifs producteurs de diastases, se soient implantés dans le sol et viennent travailler pour elle.

» Parmi les substances à offrir à la plante dans ces conditions, j'ai naturellement pensé au lait, qui contient à la fois, sous une forme en apparence très facilement assimilable, une substance hydrocarbonée, le sucre de lait, et une substance azotée, la caséine. Celle-ci, je l'ai montré, ne devient absorbable pour les êtres supérieurs ou inférieurs qui en vivent que sous l'action simultanée ou successive de deux diastases, la présure et la caséase. Que va faire la plante en présence du lait?

» Je n'ai opéré jusqu'ici que sur le pois et le haricot, une plante qui élève ses cotylédons hors de terre, une plante qui les laisse dans le sol. Ces cotylédons sont en effet considérés d'ordinaire comme les plus actifs producteurs de diastases dans la plante en germination, et il y avait intérêt à les laisser le plus possible en contact avec la matière organique dont on voulait éprouver les qualités nutritives.

» J'ai donc semé, dans un sol stérile et humecté de lait, des graines de haricot flageolet et de pois michaux de Hollande, avec les précautions nécessaires pour que la graine n'apportât pas avec elle les germes qu'il s'agissait d'éloigner. Je décrirai dans un Mémoire spécial les moyens que j'ai employés pour cela; je me borne pour aujourd'hui à faire connaître le résultat de l'expérience: c'est qu'au bout de un et deux mois de germination le lait est encore intact. Il n'est même pas coagulé, et sa caséine est encore précipitable par les acides. En se rapportant à mes précédents travaux, on peut conclure que le pois et le haricot ne sécrètent ni présure, ni caséase, et sont incapables, au moins pendant la période de leur croissance que leur permet la dimension trop faible de mes vases d'expérience, de vivre aux dépens du lait.

» J'ajoute tout de suite qu'il en est de même avec le sucre candi, que ces deux plantes n'intervertissent pas, et avec l'empois d'amidon, auquel elles ne touchent pas. Elles ne sécrètent donc ni sucrase ni amylase. Le résultat relatif à l'amidon a quelque chose de paradoxal, quand on songe que ces plantes consomment en germant l'amidon en réserve dans leurs cotylédons. Mais, pour une plante vivante, créer de la diastase à l'intérieur de ses tissus ou en répandre dans le sol environnant sont deux choses très différentes, et c'est la seconde que j'ai eu seule en vue.

» Résultat qui ne doit pas surprendre, en partant de ce qui vient d'être dit, les plantes cultivées dans ces conditions restent aussi grêles que celles qu'on fait germer dans de l'eau pure. Leur poids à l'état sec est tou-

jours inférieur à celui de la graine, et d'autant plus que la durée de leur vie a été plus longue. Elles se comportent, malgré la fertilité apparente du sol, comme dans les classiques expériences de M. Boussingault sur la germination dans l'eau distillée. »

Observations relatives à la Note précédente de M. Duclaux; *par* M. **Pasteur.**

« Je prends la liberté, en présentant cette Note de M. Duclaux, de lui suggérer l'idée d'un travail auquel le préparent non seulement celui que je dépose, en son nom, à l'Académie, mais les travaux non moins distingués qu'il a déjà produits sur le rôle des microbes dans la digestion.

» Souvent, dans nos causeries du laboratoire, depuis bien des années, j'ai parlé, aux jeunes savants qui m'entouraient, de l'intérêt qu'il y aurait à nourrir un jeune animal (lapin, cobaye, chien, poulet), dès sa naissance, avec des matières nutritives *pures*. Par cette dernière expression, j'entends désigner des produits alimentaires qu'on priverait artificiellement et complètement des microbes communs.

» Sans vouloir rien affirmer, je ne cache pas que j'entreprendrais cette étude, si j'en avais le temps, avec la pensée préconçue que la vie, dans ces conditions, deviendrait impossible.

» Si ces genres de travaux se simplifiaient par leur développement même, on pourrait peut-être tenter l'étude de la digestion par l'addition systématique, aux matières nutritives *pures* dont je parle, de tel ou tel microbe simple ou de microbes divers associés bien déterminés.

» L'œuf de poule se prêterait sans difficulté sérieuse à cette nature d'expériences. Privé extérieurement au préalable de toute poussière vivante au moment où le petit poulet va sortir, mis aussitôt après dans un espace sans germes quelconques de microbes, espace où se renouvellerait un air *pur*, on fournirait facilement du dehors au jeune poulet des aliments *purs* (eau, lait, grains).

» Que le résultat soit positif et confirme la vue préconçue que je mets en avant ou qu'il soit négatif et même en sens inverse, c'est-à-dire, que la vie soit plus facile et plus active, il y aurait un grand intérêt à tenter l'expérience. »

BOTANIQUE ET MATIÈRES MÉDICALES. — *Nouvelles recherches sur le* doundaké *et la* doundakine. Note de MM. **E. Heckel** et **F. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Ad. Chatin.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (23 juillet 1883), MM. Bochefontaine, Féris et Marcus ont fait connaître l'action physiologique de cette écorce et de son principe actif, qu'ils ont nommé *doundakine* et décrit comme un *alcaloïde* caractérisé par sa forme cristalline rhomboédrique, par sa solubilité dans l'eau et dans l'alcool, par son alcalinité, enfin par ses réactions spéciales au contact des iodures doubles et des phosphomolybdate et phosphotungstate de sodium. Ces savants n'ont rien fait connaître ni sur l'origine botanique de ce produit intéressant, ni sur la matière médicale de l'écorce, ni enfin sur son emploi comme matière tinctoriale et sur la nature des principes colorants qui y sont contenus.

» Ayant eu l'occasion de recevoir ce produit en assez grande abondance de divers points du littoral africain (côte occidentale) d'où il est originaire, nous avons cru devoir combler ces lacunes et revenir sur quelques points mal établis. C'est là l'objet d'un Mémoire dont nous donnons ici l'extrait.

» *Botanique.* — Le *doundaké* vrai est fourni par le *Sarcocephalus esculentus*, Afzélius (*Cephalina esculenta*, Schum. et Thom., *C. scandens*, D. C.; *Nauclea latifolia*, Smith; *N. sambucina*, T. Winterbottom), Rubiacée à ovules indéfinis de la tribu des Nauclées, très répandue sur toute l'étendue de la côte (et jusqu'à une distance assez considérable du littoral dans l'intérieur des terres) depuis le 16e degré de latitude nord jusqu'au 5e degré de latitude sud, c'est-à-dire depuis la Sénégambie jusqu'au Gabon [1]. Suivant les localités, l'écorce de la tige de cet arbre porte les noms différents de *doundaké* (en langue sousou), *jadali* (en toucouleur), *doy* (aux environs de Bassa) et *amelliky* (à Sierra-Leone). Aux écorces de cette provenance se mêlent quelquefois, *mais très accidentellement*, des écorces de *Morinda*, genre de Rubiacées également très répandu sur la côte et dans l'intérieur des terres, fort voisin par sa constitution générale du *Sarcocephalus* et représenté par deux espèces sur le continent africain : *M. citri-*

---

[1] Cette plante n'ayant jamais été figurée et sa description laissant quelque peu à désirer, nous en donnons le dessin (avec analyses) et une nouvelle description détaillée dans notre Mémoire.

folia, L., et *M. longiflora*, G. Don, et même par une troisième que nous nommons *M. doundaké*, E. Heckel, et que Oliver considère comme une simple variété de la seconde (*Flora of Tropical Africa*, vol. III, p. 193). Ces dernières écorces sont faciles à discerner de la première par l'examen histologique.

» *Matière médicale*. — Selon la provenance, cette écorce revêt des aspects différents; nous en considérerons deux spécialement :

» A. *Ecorce de Sierra-Leone*. — Elle est extérieurement pourvue, dans les jeunes rameaux, d'un épiderme grisâtre, fendillé, mais lisse dans son ensemble, présentant de loin en loin de petites excroissances dures et d'une couleur plus foncée. Plus tard, l'épiderme se crevasse par plaques, noircit et les excroissances noirâtres se fondent dans la couleur générale. Enfin, sur les rameaux très anciens, les crevasses se multiplient en tous sens et un suber abondant se forme, les plaques épidermiques primitives tombent en poussière rougeâtre. L'intérieur de l'écorce est jaune ocreux, strié longitudinalement. Les fibres libériennes se séparent facilement par plaques. La saveur de la zone et des fibres libériennes est franchement amère (celle de la quinine), persistante : elles teignent la salive en jaune. L'épiderme et la zone subéreuse sont seulement doués d'astringence (tannin).

» B. *Ecorce de Boké* (Rio-Nunez). — Semblable à la précédente dans le jeune âge, cette écorce, dans les rameaux âgés et dans la tige, prend une couleur jaune ocreux, un revêtement pulvérulent, mais lisse et dépourvu d'excroissances noirâtres. La face interne est d'un *jaune plus foncé* que dans l'écorce précédente, même structure. L'épiderme, le suber et le parenchyme cortical sont moins astringents. Le liber a une saveur plus amère. Structure anatomique identique dans les deux écorces et fort simple : dans un parenchyme toujours semblable à lui-même se trouvent des îlots de fibres libériennes en masses plus ou moins compactes et diversement isolées; épiderme, suber et parenchyme cortical semblables.

» *Chimie et physiologie*. — Si l'action physiologique de cette écorce a été bien indiquée par MM. Bochefontaine, Féris et Marcus; il n'en est pas de même en ce qui concerne la nature du principe actif auquel ils attribuent ces propriétés physiologiques. Soit qu'il ait été obtenu par le procédé qu'indiquent ces auteurs, soit qu'il résulte de traitements successifs à l'éther de pétrole, à l'alcool, à l'eau et au chloroforme, nous n'avons pu trouver aucune forme cristalline à la prétendue *doundakine* alcaloïde ni constater l'*alcalinité* dans les principes que nous avons ainsi isolés. Ce der-

nier caractère, joint à celui de ne former aucune combinaison avec les acides, indique suffisamment que ces principes actifs ne sauraient être envisagés comme alcaloïdes. Nous résumons nos recherches dans les conclusions et le Tableau suivant :

1° Parties solubles dans l'éther de pétrole (cire et corps gras)......	1,20
2° Parties solubles dans le chloroforme (cire, corps gras, *matières colorantes*)........	1,04
3° Parties solubles dans l'alcool (traces de tannin, glucose, *matières colorantes* et *résinoïdes*)........	6,95
4° Parties solubles dans l'eau acidulée (matières albuminoïdes et amylacées)........	23,118
Ligneux........	62,128
Sels fixes........	5,57
	100,000

» La *doundakine*, en tant qu'alcaloïde cristallisable, n'existe pas dans les écorces de vrai *doundaké*. L'amertume et les propriétés de cette écorce sont dues à deux *principes colorants, azotés*, de *nature résinoïde, diversement solubles dans l'alcool* et *l'eau*, répondant aux formules $C^{28}H^{19}AzO^{13}$ et $C^{19}H^{16}AzO^{9}$. Ces écorces contiennent, en outre, un autre *principe* sans saveur, insoluble dans l'eau, soluble dans la potasse caustique, de la *glucose* et des traces de *tannin*.

» Le *doundaké* est un astringent et un fébrifuge capable de remplacer le quinquina. Les belles matières colorantes jaunes (abondantes surtout dans l'écorce de *Boké*) qu'il donne facilement et en quantités appréciables le recommandent à l'attention des teinturiers. A ce titre, comme au point de vue thérapeutique, cette écorce peut être confondue avec celle des *Morinda*, qui fournit une matière tinctoriale jaune orange employée par les indigènes océaniens. Les *Morinda* donnent une écorce amère et astringente. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur un* Equisetum *du terrain houiller supérieur de Commentry*. Note de MM. **B. Renault** et **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« Le genre *Equisetum* compte un assez grand nombre de représentants fossiles répandus dans les couches tertiaires et dans les couches secondaires, et dont plusieurs offrent des dimensions gigantesques, comparées à

cellesde la plupart des espèces vivantes, comme l'*Eq. coumnare* de l'oolithe l'*Éq. arenaceum* du keuper et l'*Éq. Mougeoti* du grès bigarré.

» On n'en a signalé juqu'à présent, à l'époque paléozoïque, que des fragments douteux, rencontrés dans le terrain houiller et qu'on a réunis sous le nom d'*Équisetites,* leur attribution au genre *Equisetum* ne pouvant être regardée comme sûre.

» Un échantillon, recueilli récemment à Commentry et qui vient de nous être envoyé par M. Fayol, nous permet d'affirmer l'existence à l'époque houillère supérieure d'*Equisetum* véritables, comparables par leur taille aux espèces géantes de la période secondaire. Il présente l'empreinte d'un fragment, long de $0^m,115$, d'une tige articulée de $0^m,034$ de largeur. Les articles sont au nombre de quatorze et leur longueur individuelle varie de $0^m,005$ à $0^m,010$; vers le bas de l'échantillon, ils mesurent environ $0^m,007$; puis ils se raccourcissent un peu, deux ou trois d'entre eux n'ont plus que $0^m,005$; ensuite ils s'allongent graduellement et les derniers ont une hauteur constante de $0^m,009$ à $0^m,010$. A chaque nœud s'attache une gaine munie de dents aiguës étroitement appliquées contre la tige; les folioles qui constituent cette gaine sont au nombre de vingt-huit à trente par chaque verticille complet; elles ne sont soudées que sur 2^{mm} à $2^{mm},5$ de hauteur; leur partie libre varie, suivant la longueur des articles auxquels elles correspondent, de $0^m,005$ à $0^m,007$ de longueur; large de près de $0^m,002$ à la base, elle va en s'atténuant graduellement et se termine en pointe aiguë. Quelques-unes de ces folioles se montrent munies sur le dos d'un sillon peu profond, large d'environ $0^{mm},5$ à leur base, compris entre deux lignes légèrement saillantes, ainsi que cela a lieu chez plusieurs des *Equisetum* vivants.

» La surface même de la tige est en grande partie masquée par les gaines et par leurs dentelures; cependant on la discerne assez nettement sur quelques points, où elle est conservée sous forme de lame charbonneuse excessivement mince, et l'on peut constater l'existence de côtes presque plates, très faiblement accentuées, sillonnées de fines stries longitudinales distantes les unes des autres de $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{6}$ de millimètre. Ces côtes sont surmontées chacune par une des dents de la gaine et alternent nettement d'un entre-nœud à l'autre.

» On ne distingue à la base des gaines aucune cicatrice indiquant la présence de rameaux; les tiges étaient donc nues sur une partie au moins de leur longueur.

» Il résulte de la description qui vient d'être donnée que cet échantillon

présente nettement tous les caractères propres aux *Equisetum*; la très faible épaisseur de la lame charbonneuse indique d'ailleurs une tige largement fistuleuse, à paroi relativement mince. Nous croyons donc que ce fragment peut être rapporté au genre *Equisetum* avec tout autant de certitude que les tiges des terrains secondaires ou tertiaires, classées depuis longtemps dans ce genre.

» Nous le désignerons spécifiquement par le nom d'*Eq. Monyi*, en mémoire de feu M. Mony, l'administrateur éclairé qui n'a cessé d'encourager les intéressantes recherches géologiques et paléontologiques entreprises à Commentry par M. Fayol.

» Nous devons, en terminant, signaler l'analogie notable que présente, avec l'espèce que nous venons de décrire, l'*Hippurites gigantea*, Lindley et Hutton [1] (*Equisetides giganteus*, Schimp.), du terrain houiller moyen d'Angleterre; seulement chez celui-ci les dents des gaînes, plus séparées les unes des autres, sont beaucoup plus grandes et atteignent jusqu'à $0^m,020$; les articles mesurent $0^m,050$ de longueur; enfin la tige, deux fois plus grosse, présente une surface entièrement lisse, caractère qui a fait hésiter les auteurs anglais à rapprocher leur plante des *Equisetum*, auxquels ils la comparent néanmoins. Sans pouvoir, bien entendu, nous prononcer formellement au sujet d'un fossile dont nous n'avons vu aucun échantillonet que nous ne connaissons que par la figure qui en a été publiée, nous croyons cependant probable que cette espèce, vu sa ressemblance avec celle que nous avons reçue de Commentry, devra rentrer également dans le genre *Equisetum*, ce qui reculerait jusqu'au houiller moyen la première apparition de ce genre sous la forme gigantesque qui caractérise un si grand nombre de ses représentants à l'époque secondaire. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la présence du genre* Equisetum *dans l'étage houiller inférieur*. Note de M. **Ed. Bureau**, présentée par M. Daubrée.

« On ne connaît pas de véritable *Equisetum* au-dessous du terrain triasique, où le genre est représenté par des espèces presque arborescentes, comme le sont aussi les rares *Equisetites* des étages houillers supérieur et moyen. Jusqu'ici on n'avait trouvé dans le houiller inférieur aucune tige articulée pourvue de gaîne, aussi fus-je bien surpris lorsque, il y a une dizaine de jours, en examinant une plaque de psammite houiller recueillie

(1) *Fossil Flora of Great Britain*, t. II, pl. 114.

par M. Triger dans la mine de Beaulieu (Maine-et-Loire), j'y aperçus de petites tiges ressemblant tout à fait à celles de quelque *Equisetum* vivant. Ces tiges sont entremêlées à celles de divers *Diplothmema* et *Calymmatotheca*, qui témoigneraient au besoin de l'âge de la plante nouvelle : elle appartient à la grauwacke supérieure, c'est-à-dire à la partie élevée de l'étage houiller inférieur.

» Il y a sur l'échantillon quatre de ces petites tiges, couchées presque parallèlement, mais ayant leurs sommets dirigés en sens inverse, deux vers la droite et deux vers la gauche. De plus, l'une, représentée seulement par la moitié supérieure d'un entre-nœud, est plus épaisse : elle a $2^{mm},5$ de large; les trois autres, semblables entre elles, ont à peine $1^{mm},5$ en largeur. Ces dimensions sont prises vers le milieu des entre-nœuds; la largeur des tiges augmente en approchant des nœuds, où elle atteint 2^{mm} sur les petites et 3^{mm} sur la grande. C'est absolument ce qui arrive sur les tiges mortes d'*Equisetum*, où les nœuds forment une saillie qui n'existe pas sur les tiges vivantes. La ressemblance parfaite des trois tiges les plus minces, leur complète égalité de diamètre, comme serait celle des rameaux d'un même verticille, leur rapprochement au-dessus d'une tige plus grosse donnent naturellement l'idée qu'elles appartenaient à un même individu et que cet individu était rameux.

» Les petites tiges que nous décrivons étaient articulées, ainsi que le prouve le changement de direction qui se produit presque à chaque nœud. Jamais, au contraire, il ne se produit d'inflexion dans la continuité d'un entre-nœud, ce qui montre que ces entre-nœuds étaient rigides, comme ceux des *Equisetum*. Mais la ressemblance va bien plus loin.

» On sait que dans les *Equisetum* vivants la base de chaque entre-nœud est moins incrustée de silice et moins dure que le reste; elle aurait donc moins de chance de laisser de trace si une de nos espèces actuelles était enfouie et passait à l'état d'empreinte. Eh bien, il se trouve précisément que sur la plupart des entre-nœuds du fossile cette partie plus molle n'a pas été conservée, de telle sorte qu'il semble, au premier abord, que presque tous les articles constituants des tiges soient isolés; mais un examen un peu plus attentif fait reconnaître qu'ils n'ont pas subi d'arrachement et qu'ils sont bien à leur place : une des petites tiges en montre deux, bout à bout, une autre trois, la dernière quatre.

» La longueur des entre-nœuds varie de 12^{mm} à 17^{mm}. On y remarque des côtes bien nettes : 4 à 5 sur l'empreinte des tiges minces, 9 sur celle de la grosse. En tenant compte de la face qu'on ne voit pas, on peut sup-

poser que les petites tiges avaient à l'état vivant de 7 à 10 côtes, et la grosse 16 à 17. Avec une loupe ordinaire et un bon éclairage, on distingue même sur les côtes du fossile les fines stries longitudinales qui, dans les *Equisetum* actuels, sont en rapport avec la position des stomates.

» Chaque entre-nœud se termine, à la partie supérieure, par une gaine qui mesure $1^{mm},5$ à 2^{mm} de haut, suivant la grosseur de la tige, et qui est surmontée par des dents longues de 2 à 3^{mm}. Cette gaine, qui fait suite à la tige sans ligne de démarcation bien tranchée, est légèrement évasée, comme celles de certaines tiges fertiles d'*Equisetum* vivants; elle est parcourue par le prolongement des côtes, et chacun de ces prolongements se rend dans une dent. Les dents sont subulées, très aiguës. En examinant attentivement quelques-unes des mieux conservées, il semble qu'elles aient été bordées dans le bas par une membrane scarieuse. Si l'on compare l'ensemble de ces organes de végétation avec les parties similaires de la plupart des espèces croissant en Europe, on trouve des différences d'aspect assez sensibles; mais il n'en est plus de même si l'on rapproche le fossile de certaines espèces des Indes orientales : l'*Equisetum debile* Roxb., particulièrement, présente avec l'espèce ancienne la ressemblance la plus frappante, bien qu'il s'en distingue encore par ses côtes plus saillantes et ses gaines très profondes, beaucoup plus longues que les dents.

» Je ferai remarquer qu'il n'est pas possible de voir dans les petites tiges que je viens de décrire les rameaux d'une Calamariée de grande taille. Les Calamariées de ce bassin houiller, dans lequel je poursuis des recherches depuis plus de dix ans, sont bien connues : elles appartiennent, les unes au genre *Bornia*, qui, ainsi que l'a montré Heer, porte des feuilles libres et non des gaines, les autres aux Calamites vraies, qui n'ont ni gaines, ni feuilles, même sur les plus petits rameaux.

» D'ailleurs ce ne sont pas seulement des tiges qui s'offrent à notre examen. Sur la même plaque de grès on aperçoit quelques traces d'épis appartenant assurément à notre Équisétacée. Le plus apparent, brisé en travers, montre un axe cylindrique avec une paroi très mince et une grande cavité centrale. Autour de cet axe est inséré un verticille de huit organes subglobuleux. Avec une lumière très oblique et un faible grossissement, on voit que la partie supérieure de ces organes a simplement laissé une légère impression sur la roche, tandis que la partie inférieure a été remplacée par la substance blanche qui, dans cette mine, s'est substituée sur presque tous les fossiles à la matière organique, et que cette même partie est parcourue par une ligne saillante partant de l'axe. Il y a donc

lieu de penser que le sommet n'avait pas la même épaisseur, la même consistance que le reste. Tous ces détails sont bien conformes aux traces que pourrait laisser un épi d'*Equisetum*, puisque, dans les espèces vivantes, l'axe est cylindrique; sa cavité centrale existe seule lorsqu'elle persiste, les groupes de sporanges sont disposés en verticilles et les pédicelles qui portent ces groupes sont dilatés au sommet en une expansion charnue et peltiforme.

» On ne peut donc douter de la présence d'un véritable *Equisetum* dans le terrain houiller inférieur, et je propose pour cette espèce le nom d'*Equisetum antiquum*.

» Ainsi, à l'époque houillère, dans les Équisétacées comme dans les Fougères et les Lycopodiacées, on trouve, à côté de formes gigantesques, de petites espèces analogues par leur port à la plupart de celles qui vivent maintenant. Tandis que les types les plus robustes en apparence n'ont pas tardé à s'éteindre, ces types plus humbles et d'un aspect plus frêle ont agrandi peu à peu leur rôle d'abord subordonné, et, à travers les différentes phases de l'évolution du règne végétal, sont parvenus jusque dans la flore actuelle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de l'altitude sur la végétation et les migrations des oiseaux*. Note de M. **Alf. Angot**, présentée par M. Mascart.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie la méthode employée pour déterminer l'influence de l'altitude sur l'époque de la moisson du blé d'hiver, au moyen des observations recueillies par le Bureau central météorologique pour les années 1880 et 1881. Les résultats connus jusqu'à présent, sur cette influence de l'altitude dans les phénomènes de végétation, paraissent très restreints : de Gasparin, dans son *Cours d'agriculture,* cite (t. II, p. 97) une seule série d'expériences faites en Saxe pendant deux ans sur les céréales et la pomme de terre, sans spécifier les conditions locales, dont l'influence peut être considérable; une indication analogue a été donnée par Quetelet. Il était donc intéressant de reprendre cette étude, en l'étendant à un plus grand nombre de phénomènes.

» Comme la date d'un phénomène de végétation varie dans le même lieu entre des limites très étendues suivant les conditions spéciales, exposi-

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1253; 1883.

tion et nature du terrain, vigueur du sujet observé, etc., il est nécessaire, au moins pour l'établissement d'une loi générale, d'éliminer autant que possible ces variations accidentelles. Pour cela on a groupé toutes les observations recueillies dans la même région physique à peu près à la même altitude, et on a pris les moyennes des altitudes et des époques observées pour un même phénomène. On a ainsi obtenu, pour chaque région, différentes époques moyennes correspondant à des altitudes croissantes; ces époques varient proportionnellement à l'altitude et l'ensemble des observations permet de déterminer le coefficient d'altitude qui convient le mieux pour chaque région et chaque phénomène.

» Les régions considérées séparément sont : I, Plateau central; II, Cévennes; III, Jura; IV, Alpes de Savoie et du Dauphiné; V, Alpes de Provence; VI, Pyrénées occidentales; VII, Pyrénées orientales. Ce sont les seules qui présentent des variations d'altitude assez grandes pour que les déterminations soient réellement précises. Le Tableau suivant donne, pour l'année 1881, où les observations ont été le plus nombreuses, les différentes valeurs du coefficient d'altitude, c'est-à-dire le nombre de jours de retard de chaque phénomène pour une augmentation d'altitude de 100^m.

Influence de l'altitude sur les phénomènes de végétation (*année* 1881).
(Jours de retard pour une augmentation d'altitude de 100^m).

	Régions.							
Phénomènes.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Moy.
	j	j	j	j	j	j	j	j
Feuillaison du Lilas	3,1	»	4,9	»	2,7	»	»	3,6
» Bouleau	5,0	3,0	3,4	3,3	4,5	2,9	4,2	3,7
» Marronnier d'Inde	3,8	5,4	5,6	»	4,0	4,0	2,7	4,2
» Chêne	7,0	3,5	6,0	4,2	4,1	5,0	4,5	4,9
Floraison du Narcisse	4,1	4,3	4,4	»	4,4	»	1,8	3,8
» Groseillier	3,6	»	4,6	»	»	»	»	4,1
» Lilas	4,2	»	5,7	»	3,4	»	»	4,4
» Marronnier d'Inde	5,1	5,4	7,2	4,6	3,5	2,8	2,6	4,5
» Sureau	4,1	4,7	2,1	3,7	4,3	2,5	5,9	3,9
» Tilleul	1,9	3,7	2,7	4,3	2,6	1,9	3,7	3,0
Moisson du Seigle	4,8	3,6	3,2	»	3,3	»	»	3,8
» Blé d'hiver	6,3	4,1	2,6	»	2,9	»	»	4,0
					Moyenne générale...			4,0

» La moyenne générale donne exactement un retard de 4^j. Ce résultat concorde avec celui qui avait été indiqué par Quetelet; mais il est notablement plus faible que celui de Gasparin.

» Les observations ne sont probablement pas encore assez nombreuses pour que, dans chaque groupe, l'effet des influences locales ne se fasse plus sentir; il serait donc prématuré de chercher dès maintenant l'explication des variations du coefficient d'altitude suivant les régions ou les phénomènes considérés. Il nous suffira, pour le moment, de faire remarquer que les valeurs moyennes, pour toute la France, des coefficients d'altitude qui correspondent à chaque phénomène sont extrêmement voisines les unes des autres. Les observations moins complètes de l'année 1880 conduisent au même nombre ($3^j,9$).

» La même étude a pu être tentée pour les époques de migration de deux espèces d'oiseaux, l'Hirondelle de cheminée et la Bécasse.

» L'arrivée de l'Hirondelle de cheminée retarde en moyenne de $2^j,1$ pour une augmentation d'altitude de 100^m; les nombres qui correspondent aux diverses régions s'écartent très peu de cette moyenne. Pour le départ des Hirondelles, au contraire, l'influence de l'altitude paraît beaucoup moins nette, peut-être à cause des difficultés de l'observation. Tantôt la date du départ avance, tantôt elle retarde quand l'altitude augmente; en moyenne, elle avance de $0^j,7$ quand l'altitude augmente de 100^m.

» Pour la Bécasse, le retard moyen du passage de printemps est encore de $2^j,1$. Le passage d'automne avance au contraire de $1^j,2$, sans qu'il y ait pour ce nombre les incertitudes que nous avons signalées dans le départ des Hirondelles. On remarquera l'identité des nombres qui représentent l'influence de l'altitude sur les migrations de la Bécasse et de l'Hirondelle.

» Nous n'avons pu donner dans cette Note que les résultats généraux de notre étude; mais on trouvera le détail des observations sur lesquelles nous nous sommes appuyé dans le tome I des *Annales du Bureau central météorologique de France* pour 1882, avec des Cartes où la marche progressive des phénomènes en France a été figurée, je crois, pour la première fois. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 janvier 1884.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CXIV. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Des maladies spécifiques (non tuberculoses) du poumon; par le prof. G. Sée. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1885; in-8°. (Présenté par M. Vlupian pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique; liv. 74. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Bulletin de l'Académie d'Hippone, n° 19, avec supplément. Bone, imp. Dagand, 1884; in-8°.

Sur les actions verticales exercée par les ménisques capillaires des liquides; par G. Van der Mensbrugghe. Bruxelles, imp. Hayez, 1884; in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Histoire naturelle de la France; IIe Partie, *Mammifères;* par le Dr Trouessart. Paris, Deyrolle; 1 vol. in-12.

Note sur la morphologie et la classification des Sarcoptides plumicoles. — Catalogue des Mammifères vivants et fossiles. Rongeurs; par le Dr Trouessart. Angers, 1880-1884. (Extraits du *Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers.*) [Ces Ouvrages sont adressés au concours Cuvier de l'année 1885.]

The Scientific papers of James Prescott Joule (published by the Physical Society of London). London, Taylor and Francis, 1884; in-8° relié.

The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales; vol. IX, May-August 1884. Sydney, 1884; 2 parties in-8°.

Journal and Proccedings of the Royal Society of New South Wales for 1883; vol. XVII. Sydney, 1884; in-8°.

Bombay-Magnetical and Meteorological observations 1879-1882. Bombay, 1883; 2 parties in-4°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JANVIER 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *J. Reiset*, dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *P. Thenard*.

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermochimiques sur le fluorure phosphoreux.* Note de M. **Berthelot**.

« M. Moissan ayant découvert récemment un nouveau gaz, le fluorure phosphoreux, je le priai de vouloir bien m'en donner un échantillon pour mes études thermochimiques, ce qu'il fit avec une extrême obligeance. Ce sont les résultats de mes essais que je viens soumettre à l'Académie.

» J'ai dirigé ce gaz, déplacé au moyen du mercure, dans une fiole calorimétrique, renfermant une solution étendue de potasse employée en grand

excès ($1^{eq} = 2^{lit}$), et j'ai mesuré la chaleur dégagée. L'absorption est facile et immédiate. L'expérience étant terminée, l'augmentation de poids de la fiole donnait le poids du fluorure absorbé. Il a été, dans mes trois essais, égal à : $0^{gr},8845$; $0^{gr},978$; $0^{gr},955$. Ces poids répondaient à des volumes gazeux compris entre 240^{cc} et 260^{cc} à 15°; ce qui s'accorde sensiblement avec la densité trouvée par M. Moissan ($0^{gr},88$ pour 240^{cc}; $0^{gr},96$ pour 260^{cc}). Le gaz, d'ailleurs, fumait à peine : il ne renfermait que des traces de fluorure de silicium; enfin le produit de son absorption par les alcalis ne manifestait pas d'acide phosphorique en quantité sensible, sous l'influence du réactif molybdique.

» Je donne ces détails comme contrôle, au moins approximatif, de la pureté du gaz; laquelle est difficile à vérifier tout à fait, surtout au point de vue de l'absence du pentafluorure.

» La chaleur dégagée a été rapportée au poids équivalent, soit $88^{gr} = PF^3$.

» Les trois expériences ont donné :

	$+109^{Cal},7$
	$+107^{Cal},1$
	$+106^{Cal},2$
Moyenne...	$+107^{Cal},7$

» Ces trois chiffres ne sont pas aussi concordants que j'aurais désiré; mais leurs écarts, faibles d'ailleurs, s'expliquent par la complexité de la réaction à laquelle ils répondent.

» En effet, la transformation du fluorure phosphoreux par les alcalis n'est pas semblable à celle du chlorure phosphoreux, c'est-à-dire qu'il ne se forme pas uniquement un fluorure et un phosphite, conformément à l'équation

$$PF^3 + 5(KO, HO) = 3KF + PO^3, 2KO, HO + 4HO.$$

» Des doutes se sont élevés tout d'abord, à cet égard, dans mon esprit, en comparant la chaleur dégagée avec celle que produit la réaction du chlorure phosphoreux liquide sur la potasse, soit $+132^{Cal},4$; même avec le bromure phosphoreux on a $+130^{Cal},6$ (1). Si la réaction était la même, on en conclurait que la décomposition du fluorure phosphoreux par l'eau dégagerait seulement $+30^{Cal},5$, c'est-à-dire moins de la moitié de celle du

(1) Berthelot et Louguinine, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 307.

chlorure gazeux ($+ 70^{Cal},5$). D'où résulterait une chaleur de formation beaucoup plus grande pour le premier corps, à partir de ses éléments (¹).

» En réalité, le fluorure phosphoreux ne se décompose pas simplement en fluorure et phosphite; mais il donne naissance à un acide fluophosphoreux, comparable sans doute aux acides fluosilicique et fluoborique : l'individualité du fluor se manifeste ici une fois de plus. C'est ce que j'ai vérifié notamment par les dosages alcalimétriques, effectués au moyen des matières colorantes nouvelles, dont M. Joly a défini si élégamment les propriétés vis-à-vis de l'acide phosphorique.

» J'ai étudié d'abord avec ces matières la neutralisation de l'acide phosphoreux, ou plus exactement celle de la liqueur obtenue en dissolvant dans l'eau le chlorure phosphoreux; ce qui fournit de l'acide chlorhydrique, 3HCl, et de l'acide phosphoreux, PO^3. Pour un poids $PCl^3 = 137^{gr},5$, j'ai trouvé

	Unités de saturation.
Avec l'hélianthine (A)	4,0
Avec l'hélianthine (B)	5,0

» Si l'on tient compte des trois unités correspondant à l'acide chlorhydrique, 3HCl, on voit que l'acide phosphoreux se comporte comme monobasique vis-à-vis de l'hélianthine (A), précisément comme l'acide phosphorique; tandis qu'il se comporte comme bibasique vis-à-vis de l'hélianthine (B), toujours comme l'acide phosphorique (²).

» Les mêmes réactifs peuvent être employés pour caractériser la décomposition du fluorure phosphoreux par les alcalis. Il suffit de connaître le titre alcalin primitif de la liqueur; puis, après la réaction, d'y ajouter un excès d'un acide franchement caractérisé et à fonction unique, l'acide sulfurique par exemple, et de prendre le titre de la liqueur résultante avec les deux hélianthines. L'hélianthine (A) a fourni ainsi :

	Unités de saturation.
Pour $PF^3 = 88^{gr}$	3,2

(¹) En admettant que la formation de l'acide fluorhydrique dégage autant ou plus de chaleur que celle de l'acide chlorhydrique; ce qui est très vraisemblable.

(²) Avec le tournesol, la limite de saturation est incertaine, à cause du caractère progressif du virage de la teinte. Elle est comprise entre 4 et 5 unités avec le chlorure phosphoreux. L'acide phosphoreux se comporte donc aussi sous ce rapport comme l'acide phosphorique.

» L'hélianthine (B), qui est moins nette, a fourni 4 unités environ.

» On voit que la saturation de l'alcali par le fluorure phosphoreux va moins loin, d'une unité environ, que par le chlorure phosphoreux. Ainsi, ces chiffres montrent que l'alcali n'a pas transformé simplement le fluorure phosphoreux en acides fluorhydrique et phosphoreux : la capacité de saturation étant moindre d'un quart avec l'hélianthine (A), et la dose même d'acide phosphoreux un peu inférieure à un équivalent, d'après la comparaison des deux chiffres. Pour aller plus loin, il faudrait connaître la composition réelle de l'acide fluophosphoreux. Deux hypothèses peuvent être proposées à cet égard.

» 1° Si l'on admet, par analogie avec les acides fluosiliciques [soit $SiF^4, 2HF$ (bibasique)] et BF^3, HF (monobasique), que la basicité de l'acide fluophosphoreux est égale à celle de l'acide fluorhydrique qui entre dans sa constitution (soit PF^3, HF monobasique, par exemple), il en résulte que la transformation la plus simple du fluorure de phosphore répondrait à l'équation

$$2PF^3 + 5HO = PO^3, 2HO + PF^3, HF + 2HF$$

et elle accuserait avec l'hélianthine (A) 4 unités de saturation pour $2PF^3$, soit 2 unités pour PF^3; au lieu de 4 unités, qui répondraient à la formation pure et simple de l'acide phosphoreux.

» D'après ces données, et d'après les essais faits avec la seconde hélianthine, l'équation de la décomposition sous l'influence des alcalis aurait été à peu près, dans les conditions de mes essais,

$$5PF^3 + 20HO = PF^3, HF + 11HF + 4(PO^3, 2HO).$$

» On conçoit, d'ailleurs, que la proportion d'acide phosphoreux régénéré puisse varier un peu d'une expérience à l'autre : ce qui explique les petites oscillations des mesures calorimétriques.

» 2° On peut encore admettre, par analogie avec certains acides métalliques, la formation d'un acide fluoxyphosphoreux, tel que PO^2F, comparable à PO^3 : un tel acide donnerait lieu à une perte d'un quart sur la capacité de saturation mesurée avec l'hélianthine A; ce qui répondrait sensiblement aux nombres observés.

» Quoi qu'il en soit, l'acide fluophosphoreux ainsi formé est assez stable : le sel de potasse porté à l'ébullition pendant quelques instants en présence d'un grand excès d'alcali ne se change pas en phosphite et fluorure. J'ai

retrouvé en effet après l'ébullition le même degré de saturation (3, 2) qu'auparavant, avec l'hélianthine (A).

» L'existence de cet acide, et probablement aussi celle d'un acide fluophosphorique analogue, empêchent de doser le phosphore en présence du fluorure par les méthodes ordinaires; même lorsqu'on chasse d'abord l'acide fluorhydrique par évaporation en présence de l'acide sulfurique.

» Je n'ai pas voulu aller plus loin dans cette étude, où la nécessité de contrôler les mesures calorimétriques m'avait engagé, et je laisse à M. Moissan le soin et l'honneur de poursuivre les transformations du corps qu'il a découvert. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Anatomie du* Gadinia Garnotii (Pay.). Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« La forme patelloïde des coquilles est loin d'appartenir toujours à des animaux semblables. Sous une enveloppe extérieure presque identique par l'apparence, elle cache des dispositions organiques souvent fort diverses. Tel est le cas du genre *Gadinia*, créé par Gray pour les animaux proches parents de l'espèce que Payraudeau, se laissant tromper par la forme extérieure, appela, lorsqu'il la découvrit en Corse, *Pileopsis Garnotii*.

» J'ai rencontré très abondante cette espèce en Afrique. Je l'avais eue aux environs de la Calle, dans mes premiers voyages, et je la retrouvai, en 1873, lorsque, embarqué à bord du *Narval*, commandé par notre Confrère l'amiral Mouchez, j'eus l'occasion d'explorer de nouveau les côtes d'Algérie. Depuis je me suis assuré qu'elle est non moins abondante sur tous les rochers qui entourent le laboratoire Arago : aussi ai-je pu compléter mes premières observations, faites un peu rapidement pendant des voyages.

» Une courte description de l'animal découvert par Payraudeau avait été donnée, il y a longtemps, par Philippi; mais elle ne fournissait aucune indication précise sur l'organisation de cet être dont la position zoologique a été par cela même fort discutée. Aujourd'hui, avec raison, on le place à côté des Siphonaires.

» En 1871 [1], Dall a fait quelques observations valables sur une autre espèce de Gadinia; mais il est toutefois difficile d'accepter toutes ses opi-

---

[1] Voir *American Journal of Conchology*, vol. VI, p. 8; 1871.

nions. Il affirme que ces animaux n'ont pas de branchie, et il a raison; mais il se trompe en ce qui concerne le poumon qu'il leur assigne.

» Les Siphonaires étant des animaux fort intéressants et peu connus quant à leur organisation, je me suis bien gardé de négliger la présence de l'un de leurs représentants sur nos côtes, et j'ai repris, pour le terminer, un travail déjà ancien commencé en Afrique.

» La station des Gadinia est toute spéciale. Il importe d'abord de l'indiquer. Elle se trouve au niveau des moyennes hauteurs de la Méditerranée, prises entre les plus hautes et les plus basses eaux observées pendant les plus mauvais et les plus beaux temps, indépendamment des petites variations dues à de faibles marées.

» A ce niveau on observe sur les rochers plongeant dans la mer des productions calcaires dues en grande partie à une algue incrustante dont les lames ou frondes se soudent et forment une couche saillante de quelques décimètres d'épaisseur. Cette végétation se fait remarquer par sa blancheur; aussi produit-elle un liséré blanc caractérisant le niveau de la zone habitée par les Gadinia.

» M. de Quatrefages a parlé, dans ses *Souvenirs d'un naturaliste,* de productions semblables qu'il a vues autour de la Sicile. Il les a appelées des *trottoirs*, indiquant par là qu'elles s'avancent en formant comme une banquette saillante, horizontale, suivant les contours des rochers; mais, en Sicile, ce sont des Vermets, paraît-il, qui les forment.

» Les trottoirs de Banyuls-sur-Mer sont creusés de mille anfractuosités où se logent des Actinies, des Acéphales, des Siponcles, des Annélides, etc., et, au-dessous d'eux, les animaux n'aimant pas l'action directe de la lumière y trouvent des abris sûrs et y cherchent des refuges excellents. Ils s'y creusent même des gîtes : tel est le *Gadinia.* A partir de l'île Grosse qui est au pied du laboratoire Arago, dans toute l'étendue de la côte que j'ai explorée et où existent ces trottoirs, j'ai recueilli le Mollusque qui va nous occuper.

» A la Galite, au Cap de Fer, près de Bône, à Mansouria, sur les côtes de la Kabylie, j'ai trouvé les mêmes trottoirs, ainsi que l'animal qui les habite. Enfin, à la Calle, la station biologique, tout en restant la même, est seulement modifiée par la nature de la roche constituant les côtes. Là, en effet, une sorte de grès forme les falaises qui sont percées de conduits cylindriques très rapprochés, dans lesquelles souvent le corps d'un homme pourrait entrer. Lorsque la mer a détruit ces rochers, mais en les

minant seulement en dessous, elle s'engouffre dans ces sortes de grottes et en sort jaillissant par ces espèces de cheminées sous la forme d'énormes jets d'eau. On comprend que, dans ces conditions, l'eau qui se brise incessamment dans les anfractuosités doit être fort aérée.

» C'est au-dessous de ces excavations, sur les parois de ces espèces de tubes ou cheminées, que j'ai rencontré, pour la première fois, à la Calle, le Gadinia.

» Il était utile de donner d'abord ces indications, car elles montrent que ces animaux sont alternativement dans l'eau ou dans l'air, mais toujours dans une couche d'humidité favorable à la respiration, car elle est fortement aérée.

» Cette station des *Gadinia* fait comprendre qu'il n'est possible d'avoir ces animaux que par des temps très calmes et des eaux basses, en abordant les rochers du côté de la mer à l'aide d'une embarcation.

» Qu'est l'organe de la respiration? Tous les conchyliologistes ont décrit sur le côté droit, à la face interne de la coquille des Siphonaires, un sillon qu'ils ont considéré à juste titre comme le résultat de l'impression d'un organe appelé par eux le *siphon* et destiné à porter l'élément propre à l'hématose jusque dans la chambre respiratoire : de là le nom de *Siphonaire* donné au genre d'abord, au groupe ensuite. Ce sillon existe dans les *Gadinia*. Si l'on étudie le manteau de l'animal, sur le bord libre à droite, tout près du cou, on reconnaît un orifice fort petit, toujours contracté, auquel se rend l'organe correspondant au siphon, ainsi que la terminaison du tube digestif.

» En pénétrant par cet orifice, on arrive dans une grande cavité close de toute part : c'est la chambre dite respiratoire, dans laquelle fait saillie, en bas, un second sac, de nature glandulaire, dont l'orifice est situé non loin de l'ouverture palléale.

» On sait que, chez les Pulmonés proprement dits, aquatiques ou terrestres, l'orifice respiratoire s'ouvre et se ferme fréquemment sous les yeux mêmes de l'observateur. Ici rien de semblable n'a lieu, et je n'ai jamais pu assister au bâillement de l'orifice respirateur.

» Si l'on enlève la coquille sans léser les organes, on reconnaît que la paroi postérieure de cette cavité respiratoire est partagée en deux moitiés, l'une supérieure, mince et sans caractère particulier, l'autre inférieure, de nature glandulaire; celle-ci présente une série de lignes perpendiculaires à sa limite supérieure, paraissant correspondre à des plis. En ouvrant la grande cavité près du bord supérieur du manteau et rabattant en bas sa

paroi, on retrouve plus marquées encore ces lignes indiquant des lames; mais on reconnaît aussi que ces lames sont saillantes, non dans l'intérieur de la chambre dite respiratoire, mais dans la cavité même du second sac, celui qui est de nature glandulaire et dont l'orifice, en forme de boutonnières à lèvres gonflées, est voisin de l'ouverture d'entrée.

» Cette partie glandulaire de la paroi de la chambre respiratoire forme donc à celle-ci comme un double fond dorsal et inférieur.

» La série des lignes perpendiculaires vue à la loupe rappelle l'apparence des lamelles branchiales, et c'est cette apparence qui, trompant quelques auteurs, leur a fait croire à l'existence d'une branchie.

» Ce qui a pu augmenter encore l'illusion, c'est que, à l'opposé de l'orifice de ce second sac, et par conséquent à gauche, vers la base du triangle que représente sa figure, on trouve le péricarde et le cœur, dont l'oreillette reçoit en haut le gros vaisseau qui suit la limite du sac glandulaire et sur lequel s'appuient les bases des plis considérés comme des lames branchiales.

» Dall a pris ce sac glandulaire pour un poumon; il le décrit comme tel, niant avec raison l'existence de la branchie; or il y a là confusion, et si, sans nul doute, il n'y a pas de branchie, ce que Dall prend pour un poumon n'est rien autre chose que le corps de Bojanus ou le *rein*.

» Les relations du sac glandulaire ou rénal avec l'organe central de la circulation et le péricarde, enfin son interposition sur le cours du sang venant des viscères, fourniraient à elles seules une preuve suffisante; mais la structure intime tranche absolument la question en montrant nettement ce qui en est.

» On sait, en effet, que dans le *corps de Bojanus* ou *rein*, autour des vaisseaux nombreux qui forment comme la charpente de la glande, se trouvent des cellules caractéristiques disposées en couches et renfermant un noyau servant de centre au dépôt d'une concrétion fort souvent perliforme; aussi est-il facile de reconnaître ici l'organe rénal à la simple vue de ces cellules.

» Au début de mes recherches, trompé par l'apparence, j'ai été moi-même fort embarrassé, cherchant, sans le trouver, l'organe proprement dit de la respiration; mais l'anatomie détaillée des organes et leur histologie ont levé tous les doutes.

» Dans les Pulmonés, la paroi dorsale de la chambre respiratoire offre au-dessous d'elle le corps de Bojanus, et dans sa partie supérieure une vascularisation excessive. Les vaisseaux distribués en réseaux élégants se

reconnaissent à l'œil nu sans avoir besoin d'être injectés, et ils se résolvent en une grosse veine cardiaque, aboutissant à l'oreillette. Ici il n'en est pas de même : la membrane au-dessus du rein, homologue de la partie vraiment pulmonaire des *Helix*, est vasculaire, n'offrant ni cette richesse ni ces dispositions particulières des vaisseaux.

» Sans aucun doute cette poche à parois fort minces, surtout du côté antérieur, c'est-à-dire tout près des organes profonds, doit permettre l'échange nécessaire à l'hématose; mais je suis porté à penser que la fonction respiratoire s'accomplit surtout dans la partie marginale du manteau entourant le bord de la coquille et qui est incomparablement des plus vasculaire.

» Il est très certain aussi que l'eau pénètre dans la grande cavité dorsale et, comme elle est fort aérée, ainsi qu'on l'a vu, d'après les conditions mêmes de la station, elle doit concourir à l'hématose au travers des parois de la cavité, sans qu'il y ait cependant un organe proprement dit de la respiration.

» Ce grand sac dorsal, appelé *pulmonaire*, ne m'a jamais paru renfermer de l'air en nature; si donc il joue le rôle de poumon, ce ne peut être celui d'un poumon aérien, mais bien celui d'un *poumon aquatique*, s'il est permis de se servir d'une pareille expression. Cette opinion est légitimée par le fait que j'ai conservé pendant des mois entiers des animaux séjournant au fond de l'eau des vases où je les avais enfermés. Quelques-uns montaient, il est vrai, jusqu'à la limite de l'eau, la dépassaient même et se fixaient au bouchon; mais le plus grand nombre restait immergé dans le fond du vase.

» Dans le genre Siphonaire proprement dit, on observe quelque chose de plus que dans les *Gadinia*. On voit, en effet, sur la face interne de la membrane qui, au-dessus du corps rénal, complète la grande chambre dorsale caractéristique de ces animaux, une série de plis réunis par paquets, dont la direction est perpendiculaire à la limite supérieure du sac de Bojanus. Ces paquets de plis saillants dans la cavité respiratoire sont oblongs; ils constituent la première ébauche d'une branchie, car les plissements de la membrane sont bien faits pour favoriser l'échange des éléments propres à l'hématose en multipliant beaucoup les surfaces.

» Ici le doute n'est pas possible. L'organe rénal conserve la même position et les mêmes caractères que dans les *Gadinia*, et l'organe proprement dit de la respiration commence à se modeler à cette place même où l'on n'en voit pas trace dans ces derniers animaux. On ne peut donc considérer

le sac rénal comme étant un poumon, ainsi que l'a fait Dall. L'auteur américain est tombé dans la même erreur que Bojanus qui, chez les Acéphales, avait pris la glande rénale pour l'organe de la respiration, erreur qui depuis a valu au rein des Mollusques le nom de *corps de Bojanus*.

» Sur les Siphonaires recueillis à l'île Saint-Paul par M. le Dr Rochefort, lors de l'expédition commandée par l'amiral Mouchez pour le passage de Vénus, il m'a été facile de vérifier les faits qui précèdent.

» Dans un prochain travail, je ferai connaître le système nerveux et les formes embryonnaires du Gadinia de Garnot. »

RAPPORTS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur deux Mémoires de* M. Luvini, *relatifs à la formation de la grêle et au développement de l'électricité dans les orages.*

(Commissaires : MM. Becquerel; Faye, rapporteur.)

« M. le Président de l'Académie avait renvoyé à une Commission, formée de MM. Becquerel et Faye, deux Mémoires de M. Luvini sur la formation de la grêle et sur l'électricité atmosphérique qui se développe dans les orages.

» La nouveauté des vues de l'auteur, qui rattache l'abondante production de l'électricité des orages ordinaires ou des orages volcaniques au frottement violent des aiguilles de glace des cirrhus, ou celui des cendres éruptives contre l'air *humide* (cette humidité étant une condition essentielle) des basses régions, nous avait engagés à différer notre examen et à attendre le résultat de quelques expériences spéciales, que l'on pouvait espérer de voir faire dans nos observatoires de montagne. Il nous semblait aussi que d'autres idées de l'auteur, beaucoup moins importantes il est vrai, sur la congélation rapide de l'eau dans les nuées, sous l'action des décharges électriques qui en sillonnent l'intérieur, méritaient confirmation et réclamaient des expériences spéciales. Pendant ces délais que nous regrettons, l'auteur a publié ses deux théories, dans un livre qui vient de parvenir à l'Académie aujourd'hui même. Ce livre, écrit à la fois en italien et en français, appellera certainement l'attention du monde savant; sa publication nous oblige, M. Becquerel et moi, à renoncer au Rapport que nous devions faire à l'Académie et que nous avons différé, non certes par indifférence

pour les vues du savant italien, mais par un sentiment que nos Confrères comprendront lorsqu'il s'agit de questions si délicates et si controversées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la formation des ptomaïnes dans le choléra*. Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« 1. Depuis la découverte des alcaloïdes toxiques qui se produisent dans la putréfaction des cadavres, on s'est demandé souvent si des alcaloïdes analogues ne se forment pas, pendant la vie, dans certaines maladies qui se termineraient ainsi par un véritable empoisonnement.

» J'ai entrepris, au mois de novembre dernier, de rechercher l'existence de ces alcaloïdes dans les organes de deux cholériques, que M. Hayem a bien voulu mettre à ma disposition [1]. Leurs organes, étudiés vingt-quatre heures après la mort pour le premier, douze heures après la mort pour le second, m'ont donné des résultats identiques.

» J'ai retiré, par la méthode de Stas, un alcaloïde nettement caractérisé par sa réaction alcaline et par ses réactions chimiques. Je l'ai trouvé en quantité notable dans l'intestin (la quantité correspondant à au moins $0^{gr},02$ de chlorhydrate pur et cristallisé). Les reins en contiennent des traces bien caractérisées; le foie et le sang du cœur, des quantités à peu près nulles.

» 2. Cet alcaloïde est liquide; il possède une saveur âcre, une odeur d'aubépine assez franche.

» Sa réaction sur le tournesol est nettement alcaline; c'est une base énergique, qui n'est pas mise en liberté par les bicarbonates alcalins, mais seulement par les alcalis.

» L'*iodure de mercure et de potassium* précipite en blanc ses solutions et celles de ses sels. L'*iodure de potassium ioduré* donne un précipité brun, même dans les solutions extrêmement diluées, où l'iodure de mercure et de potassium ne précipitent plus, contrairement à ce qui a lieu d'ordinaire pour les alcaloïdes. L'*eau bromée* donne un précipité jaune.

---

(1) Ces deux cholériques, âgés tous deux de 63 ans, sont morts à l'hôpital Saint-Antoine, le premier, après cinq jours de maladie; le second, le jour même de son introduction à l'hôpital, à la suite d'accidents cholériques caractérisés; le premier, sans avoir subi d'autre traitement que quelques révulsions à la peau; le second, sans avoir subi aucune espèce de traitement.

» L'*acide picrique* précipite les solutions en jaune. Le *chlorure d'or* en blanc jaunâtre.

» Le *tannin*, le *bichlorure de mercure* précipitent en blanc les solutions concentrées. Le *chlorure de platine*, le *bichromate de potasse* n'ont pas produit de précipité.

» Le *ferricyanure* et le *perchlorure de fer*, ajoutés à la solution de l'alcaloïde ou de ses sels, ne donnent pas immédiatement les réactions des ptomaïnes, et cette réaction ne se développe ensuite que lentement.

» L'*acide sulfurique* pur, versé sur l'alcaloïde, produit une coloration violette, légère et fugace.

» Le chlorhydrate de cet alcaloïde est neutre au tournesol; il cristallise en longues et fines aiguilles transparentes, extrêmement déliquescentes.

» 3. J'ai étudié l'action physiologique de cet alcaloïde, en solution aqueuse. Les petites quantités dont je disposais ne m'ont pas permis de faire un grand nombre d'expériences.

» De petites doses (1^{mgr} à 2^{mgr}), injectées sous la peau d'une grenouille, n'ont pas produit d'action bien caractérisée. Le nombre des battements du cœur d'une grenouille a été un peu diminué au début et a baissé de 39 à 34, puis est revenu à 40. Cette variation, comme on le voit, est peu marquée. Sur une autre grenouille, j'ai constaté, vingt minutes après l'injection, la production de mouvements musculaires qui ont cessé rapidement et mal caractérisés.

» J'ai injecté à un jeune cobaye ce qui me restait d'alcaloïde, la quantité correspondante à environ 6^{mgr} de chlorhydrate, dissous dans un demi-centimètre cube d'eau, en injection hypodermique sous la cuisse. Les effets physiologiques ont été, cette fois, très marqués. Ils consistent, au début, en variations périodiques du nombre des battements du cœur, qui ont été, pour une minute :

Avant l'injection	258
Cinq minutes après	140
»	258
»	150
»	60
»	264
»	90
»	252
»	120
»	294
»	222
»	270
»	222
»	228
....	
Deux jours après	246

» Trois quarts d'heure après l'injection, les membres antérieurs ont été violemment

secoués par un tremblement rapide, qui a envahi ensuite les membres postérieurs et qui a disparu rapidement. L'animal s'est, dans la suite, refusé à prendre aucune nourriture, et la mort est survenue seulement quatre jours après l'injection.

» Après la mort, j'ai constaté des ecchymoses sous-pleurales; le cœur, resté en diastole, était plein de sang, le cerveau était un peu congestionné. »

» Ainsi qu'on le voit, les résultats les plus remarquables consistent dans la variation périodique que l'on remarque au début dans le nombre des battements du cœur, qui a varié sensiblement dans le rapport de 1 à 5, et dans le violent tremblement nerveux produit trois quarts d'heure après l'ingestion.

» 4. Ainsi que je l'ai dit, l'alcaloïde se retrouve surtout dans l'intestin. Mais sa présence, en petite quantité, dans les reins, et son absence presque complète dans le sang et dans le foie semblent indiquer une élimination rapide par les urines.

» 5. Je me propose de rechercher s'il ne se forme pas de même des alcaloïdes, pendant la vie, dans les organes, dans un certain nombre d'autres maladies, et en particulier dans la fièvre typhoïde. L'étude de ces alcaloïdes pourrait peut-être donner des indications utiles en thérapeutique; peut-être, en effet, s'il est vrai que ces maladies se terminent par un empoisonnement, pourrait-on empêcher ce dernier de se produire, au moyen d'un contre-poison, administré d'une manière continue, jusqu'à ce que la cause de production du poison ait disparu [1].

» L'étude de ces alcaloïdes peut encore avoir un grand intérêt en toxicologie. Leur formation montre, une fois de plus, qu'il ne suffit pas de trouver dans les organes une matière toxique, pour pouvoir conclure à un empoisonnement, et qu'il est absolument indispensable de définir la nature de cette dernière. »

M. P. Soleillet adresse une série de nouveaux documents à l'appui de sa candidature pour le prix Delalande-Guérineau.

(Renvoi à la Commission.)

---

[1] Peut-être, dans le choléra, pourrait-on essayer l'action continue de l'eau iodée, de manière à transformer continûment l'alcaloïde en une combinaison insoluble; ou, si celle-ci produit une action trop caustique sur les muqueuses de l'intestin, surtout sur les muqueuses privées d'épithélium, peut-être pourrait-on essayer l'action de l'iodure d'amidon.

M. F. **Laur** adresse de nouvelles remarques au sujet des relations entre les tremblements de terre et les chutes barométriques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. **Doublet** adresse une Note relative à un nouvel appareil de distribution des insecticides, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *Alf. Niaudet*, portant pour titre : « Traité élémentaire de la pile électrique ». Troisième édition, revue par *Hippolyte Fontaine*.

2° Une Notice de M. *F. Le Blanc*, intitulée : « Le laboratoire et l'enseignement de J.-B. Dumas ». (Extrait du Journal *le Génie civil* et du *Bulletin de la Société chimique de Paris*.)

3° Un Opuscule de M. *N. Riggenbach*, portant pour titre : « Chemins de fer à fortes pentes ; système Riggenbach. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale le programme du cinquième prix *Bressa*, de douze mille francs, qui doit être décerné, par l'Académie royale des Sciences de Turin, au savant ou à l'inventeur, *à quelque nation qu'il appartienne*, qui, durant la période quadriennale de 1883 à 1886 inclusivement, « aura fait la découverte la plus éclatante et la plus utile, ou qui aura produit le plus célèbre Ouvrage, en fait de Sciences physiques et expérimentales, Histoire naturelle, Mathématiques pures et appliquées, Chimie, Physiologie et Pathologie, sans exclure la Géologie, l'Histoire, la Géographie et la Statistique. (Adressé par M. le général Menabrea.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète d'Encke, faite à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Mouchez.

Date. 1885.	Étoile de compar.	Grandeur.	Asc. droite ☄—★.	Déclinaison ☄—★.
Janvier 6......	Anonyme.	12	$+0^m4^s,22$	$+1'3'',1$

Position de l'étoile de comparaison.

Ascension droite moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1885,0.	Réduction au jour.
$22^h59^m56^s,87$	$-0^s,05$	$+4°12'12'',4$	$+3'',4$

Position apparente de la comète.

Date. 1885.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. par.	Déclinaison apparente.	Log. fact. par.	Nombre de comp.
Janvier 6....	$6^h48^m6^s$	$23^h0^m1^s,04$	$\bar{1},429$	$+4°13'18'',9$	0,800	9:12

» D'après cela, la correction de l'excellente éphéméride calculée par M. O. Backlund est $+0^s,41$ en ascension droite et $+4'',0$ en déclinaison.

» L'étoile de comparaison a été rapportée à 1170 Weisse, 22^h, et j'ai obtenu avec l'équatorial

★ Anonyme — ★ 1170 W_1 Æ : $+2^m58^s,05$, Déclin. : $-0'6'',8$ par 11 : 8 compar.

» La comète est une nébulosité excessivement faible de 1′ à 1′,5 de diamètre, sans noyau, et dont les mesures sont fort incertaines. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des transformations périodiques.* Note de M. S. **Kantor**.

M. **Kantor** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 22 octobre 1883. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante (1) :

« Par une série de recherches générales sur les transformations géomé-

(1) Depuis l'envoi de cette Note, l'Académie des Sciences de Naples a couronné (le 27 janvier 1884) un Mémoire, qui contient les points fondamentaux d'une théorie des transformations périodiques univoques et une exposition étendue pour les degrés 2, 3, 4. Ce Mémoire a été envoyé le 26 mars 1882.

triques, faites pendant les dernières années, j'avais essayé d'approcher de plus en plus de la solution complète du problème des transformations périodiques, problème qui, incontestablement, est un des plus importants parmi ceux auxquels on est conduit dans la considération des transformées successives.

» Personne ne s'était encore occupé de ces questions, lorsqu'en 1880 j'établis les *premières transformations périodiques quadratiques d'un indice plus grand que* 2 (1), dans un Mémoire inséré aux *Comptes rendus* de l'Académie de Vienne (2). Là j'ai donné un principe qui, régissant tout l'ensemble de ces transformations, peut fournir par ordre schématique toutes les transformations périodiques possibles. Ainsi la difficulté est ramenée à la simplification dudit principe et à l'invention de nouveaux moyens pour approfondir la connaissance des formes une fois établies.

» Maintenant j'ai développé la théorie jusqu'à un certain point, et je me permettrai de présenter à l'Académie, en plusieurs Notes contenant les résultats principaux, une communication succincte de mes recherches.

» *Pour les transformations quadratiques, il y a huit classes différentes de transformations, chacune embrassant une infinité (discrète) de formes. Outre cela, on a quarante-huit formes isolées* (3). Ce sont ces dernières formes qui réunissent le plus d'intérêt sur elles.

» On peut jeter plus de lumière sur toutes ces formes, en se servant d'un mode de réduction qui réduit les unes aux autres, et ici se présente d'abord un principe de transportation ou, comme on peut dire, de transformation de transformations, qui consiste en ce que les paires de points correspondants dans une transformation sont transportées dans un second plan par une autre transformation. Et, en effet, les 48 + 8 formes se divisent en plusieurs classes, dont les individus sont transportables l'un dans l'autre. En d'autres termes, quelques transformations de celles que nous avons énumérées ci-dessus sont semblables, et, eu égard à la significa-

---

(1) Pour les transformations involutives, les habiles recherches de M. Bertini ont réussi à établir certaines formes primaires réduites. Mais ses méthodes ne portent point au delà de ce rayon et n'ont qu'une efficacité tout à fait limitée. La théorie annoncée dans le texte se développe et s'achève tout indépendamment de ces recherches.

(2) *Sitzungsberichte*, t. LXXXII, p. 237.

(3) *Remarque subséquente.* — Il convient de comprendre sous les formes isolées deux autres formes *particulières* des indices 12, 18.

tion géométrique, il convient très bien de les considérer comme équivalentes et de les représenter par une seule d'entre elles. De cette manière, j'ai obtenu :

» 1° *Le type de la collinéation,* embrassant toutes les transformations quadratiques qui sont transportables en une collinéation périodique;

» 2° et 3° *Deux types différents entre eux, chacun renfermant des transformations de l'indice* $2m$ *et jouissant d'une courbe hyperelliptique, laissée invariable par la transformation.* Tout en n'étant qu'une d'entre beaucoup de courbes autotransformées, cette courbe seule est caractéristique pour la transformation.

» Voilà les trois classes auxquelles les huit formes citées plus haut se rattachent. De plus :

» 1. *Un type à l'indice* 6 (équivalant à une seule forme des 48).
» 2. *Un type à l'indice* 9 (deux formes).
» 3 et 4. *Deux types différents à l'indice* 12 (quatre, trois formes).
» 5. *Un type à l'indice* 14 (trois formes).
» 6. *Un type à l'indice* 15 (une seule forme).
» 7. *Un type à l'indice* 18 (dix formes).
» 8. *Un type à l'indice* 20 (quatre formes).
» 9. *Un type à l'indice* 24 (cinq formes).
» 10. *Un type à l'indice* 30 (onze formes) [1].

» Sous un autre point de vue, qui fera l'objet d'une prochaine Communication, les types 5, 8, 9 se séparent des autres. Le type 6 est impliqué dans le type à l'indice 30. Cette dernière circonstance est un premier cas de l'application d'une réduction plus générale, qui non seulement tend à joindre U et T par $U = STS^{-1}$, mais qui combine les types 1-10 entre eux pour obtenir d'autres types de ce Tableau, c'est-à-dire qui est contenue dans la théorie des groupes de transformations supérieures. J'en communiquerai quelques cas fondamentaux quand j'aurai fini les Notes sur les transformations périodiques.

» Encore est-il possible d'écarter un type à l'indice 12, en lui substituant une transformation semblable du degré 3, comme je le ferai dans l'énumération des transformations typiques de tous les degrés. »

---

(1) Les quatre autres formes des 48 ressortent des *classes* typiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. Darboux.

« Les équations aux dérivées partielles de la forme

$$(E) \qquad \frac{d^2 z}{dx\,dy} + a\frac{dz}{dx} + b\frac{dz}{dy} + cz = 0,$$

où a, b, c sont des fonctions données de x et de y, ont été, depuis plus d'un siècle, l'objet de nombreux travaux. Laplace a montré comment on pouvait reconnaître sur l'équation (E) l'existence de solutions de la forme $A + BX + CX' + \ldots + LX^{(n)}$, et comment, dans ce cas, on pouvait intégrer l'équation (E); X est une fonction arbitraire de x; X', X'', ..., $X^{(n)}$ sont ses dérivées; A, B, C des fonctions de x et de y. Plus récemment, M. Moutard a présenté à l'Académie (*Comptes rendus*, 1870) sur les équations du second ordre un important Mémoire dont il n'a malheureusement paru jusqu'à ce jour qu'un extrait où sont obtenues toutes les équations intégrables de la forme $s = \lambda z$.

» Enfin, M. Darboux, dans son Cours professé à la Sorbonne pendant l'année 1882-83, a introduit dans cette théorie la notion des *invariants* et démontré les formules suivantes, qui m'ont été d'un usage constant.

» Les *invariants* sont définis par les égalités

$$(1) \qquad \begin{cases} h = ab - c + \dfrac{da}{dx}, \\ k = ab - c + \dfrac{db}{dy}. \end{cases}$$

» Si l'on pose

$$(2) \qquad z_1 = az + \frac{dz}{dy},$$

l'équation en z_1 sera de la même forme que l'équation (E), soit

$$(E_1) \qquad \frac{d^2 z_1}{dx\,dy} + a_1\frac{dz_1}{dx} + b_1\frac{dz_1}{dy} + c_1 z_1 = 0.$$

» Cette équation admet aussi deux invariants h_1 et k_1, et, si on la traite comme la première équation, on obtient deux nouveaux invariants h_2 et k_2, et ainsi de suite. Ces invariants permettent à M. Darboux d'établir une classification parmi les équations de la forme (E) et aussi de définir une

forme canonique pour ces équations. Ils s'obtiennent, par voie récurrente, au moyen des deux formules suivantes

$$(3)\qquad \begin{cases} h_i = 2h_{i-1} - k_{i-1} - \dfrac{d^2 \log h_{i-1}}{dx\,dy}, \\ k_i = h_{i-1}, \end{cases}$$

avec $h_0 = h$, $k_0 = k$. La condition, pour que la méthode de Laplace réussisse, est alors $h_n = 0$.

» Cela posé, effectuons, au lieu de la substitution (2), la transformation

$$(4)\qquad z' = (a + \alpha)z + \frac{dz}{dy},$$

α et z' étant deux nouvelles fonctions indéterminées de x et de y. Si α satisfait à l'équation

$$(5)\qquad \frac{d^2 \log\alpha}{dx\,dy} - \frac{d\alpha}{dx} + \frac{1}{\alpha}\frac{dh}{dy} - \frac{h}{\alpha^2}\frac{d\alpha}{dy} + k - h = 0,$$

z' est solution de l'équation

$$(\mathrm{E}')\qquad \frac{d^2 z'}{dx\,dy} + a'\frac{dz'}{dx} + b'\frac{dz'}{dy} + c'z' = 0,$$

où

$$(6)\qquad \begin{cases} a' = a - \dfrac{d\log\alpha}{dy}, \\ b' = b, \\ c' = c - \dfrac{d\alpha}{dx} + \dfrac{db}{dy} - \dfrac{da}{dx} - b\dfrac{d\log\alpha}{dy}. \end{cases}$$

» L'équation (E′) donnera naissance à de nouveaux invariants h' et k', h'_1 et k'_1, h'_i et k'_i analogues aux invariants h_i et k_i et définis par des formules analogues. Je démontre alors les égalités suivantes :

$$\begin{aligned} h' &= h + \frac{1}{\alpha}\frac{dh}{dy} - \frac{h}{\alpha^2}\frac{d\alpha}{dy}, \\ k' &= h + \frac{d\alpha}{dx}; \\ h_n &= h'_{n-1} - \frac{d\dfrac{\alpha h' h_1 \ldots h'_{n-1}}{h h_1 \ldots h_{n-1}}}{dx}, \\ h'_n &= h_n + \frac{d\dfrac{h h_1 \ldots h_n}{\alpha h' h'_1 \ldots h'_{n-1}}}{dy}; \end{aligned}$$

d'où résulte le théorème suivant : *L'équation* (E′) *n'est jamais intégrable si l'équation* (E) *ne l'est pas; l'équation* (E′) *est toujours intégrable si l'équation* (E) *l'est.* De plus, l'*équation* (5), à laquelle satisfait la fonction arbitraire α qui entre dans les coefficients de (E′), *est aussi intégrable si l'équation* (E) *l'est.* Il suffit, en effet, de poser

$$\alpha = -\frac{h}{b + \frac{d\log z_1}{dx}}$$

pour la transformer dans l'équation E_1.

» *Remarque.* — L'équation (E′) pourra être traitée, à son tour, comme l'équation (E), ce qui donnera naissance à de nouvelles équations avec fonctions arbitraires dans les coefficients, intégrables en même temps que l'équation (E). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les effets simultanés du pouvoir rotatoire et de la double réfraction.* Note de M. Gouy, présentée par M. P. Desains.

« L'étude d'un assez grand nombre de phénomènes d'optique exige que l'on tienne compte à la fois de la double réfraction et du pouvoir rotatoire, existant simultanément dans un même milieu et suivant une même direction.

» Dans les recherches dont j'ai l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie, j'ai essayé de ramener la théorie des phénomènes produits par l'action simultanée de ces deux causes à l'application du principe de l'*indépendance des effets simultanés.* La double réfraction, agissant seule, produirait à chaque instant une certaine modification infiniment petite sur les vibrations qui se propagent dans le milieu considéré; de même, le pouvoir rotatoire produirait une autre modification; on admet que la somme algébrique de ces effets est précisément l'effet réel produit par le pouvoir rotatoire et la double réfraction agissant simultanément. Les relations ainsi calculées seront applicables en toute rigueur comme *limites,* pour les milieux doués d'une double réfraction et d'un pouvoir rotatoire très faibles, et plus ou moins approchées dans les phénomènes réels.

» *Effet de la double réfraction seule.* — Considérons une lame à faces parallèles d'un milieu biréfringent. Les rayons incidents sont supposés parallèles, homogènes, polarisés elliptiquement et normaux à la lame. Les vibrations incidentes se décomposent, en entrant dans la lame, en deux com-

posantes rectilignes, respectivement parallèles et perpendiculaires à la section principale. Ces deux mouvements vibratoires rectangulaires existant simultanément dans le milieu, et s'appliquant aux mêmes points matériels, la vibration réelle, c'est-à-dire le véritable déplacement de chacun de ces points matériels, sera en général elliptique, les éléments de cette ellipse pouvant être aisément calculés au moyen des composantes rectilignes. Ces éléments sont constants sur un plan quelconque parallèle à la face d'entrée, mais varient avec la distance à cette face, suivant une loi périodique. On peut donc exprimer l'action d'une lame biréfringente sur les rayons qui la traversent, en disant que les vibrations elliptiques se propagent dans le milieu, en subissant des modifications graduelles et périodiques, et ce point de vue est exactement équivalent à la considération des deux composantes rectilignes, puisqu'il en est déduit directement.

» Isolons par la pensée, dans la lame biréfringente, une tranche d'épaisseur infiniment petite dl, parallèle aux faces de la lame. Une vibration elliptique, en traversant cette tranche, éprouvera deux modifications : 1° une déformation; 2° une rotation $d\alpha$ de son grand axe. Ces deux effets sont calculés en fonction de la forme, de l'orientation et du sens de la gyration de cette vibration. En particulier, la déformation sera nulle si l'un quelconque des axes de l'ellipse est parallèle à la section principale, et dans ce cas seulement.

» *Effet du pouvoir rotatoire seul.* — Les mêmes conditions s'appliquent aux milieux doués du pouvoir rotatoire seul. Si l'on adopte l'hypothèse des deux rayons circulaires de Fresnel, ou toute autre théorie rendant compte des phénomènes, un calcul très simple montre que la vibration réelle est toujours une ellipse de même forme et de même gyration que les vibrations incidentes, mais dont le grand axe tourne d'un angle proportionnel au chemin parcouru dans le milieu actif. En traversant la tranche d'épaisseur dl définie tout à l'heure, une vibration elliptique n'éprouvera donc pas de déformation, mais son grand axe tournera d'un angle $d\omega$.

» *Effet résultant.* — Les deux propriétés existant simultanément, une vibration elliptique, en traversant la tranche considérée, éprouvera une déformation, et une rotation de son grand axe égale à $d\alpha + d\omega$. Examinons en particulier s'il existe des vibrations qui traversent la tranche considérée sans aucune altération. Pour ces vibrations, que nous appellerons *privilégiées,* la déformation doit être nulle; par suite, l'un des axes doit être parallèle à la section principale. De plus, la rotation doit être nulle; on

doit donc avoir

$$d\alpha + d\omega = 0.$$

» En remplaçant, dans cette équation, $d\alpha$ par sa valeur en fonction des éléments de la vibration, on trouve qu'il existe toujours deux vibrations privilégiées, et deux seulement : ce sont deux vibrations elliptiques de même forme, de gyration contraire, ayant leurs grands axes respectivement parallèle et perpendiculaire à la section principale. La vibration, qui a une gyration de même sens que le pouvoir rotatoire du milieu, a son grand axe parallèle à la vibration rectiligne qui prendrait l'avance, en vertu de la double réfraction seule. Le rapport K du petit axe au grand axe est donné par l'équation

$$\frac{1}{K} + \frac{\pi\varphi}{\omega} + \sqrt{1 + \left(\frac{\pi\varphi}{\omega}\right)^2},$$

φ désignant la différence de marche, comptée en vibrations ou en ondes, que produirait la double réfraction seule, et ω l'angle dont le pouvoir rotatoire seul ferait tourner le plan de polarisation, ces deux quantités étant prises en valeur absolue, et l'épaisseur de la lame étant égale à l'unité.

» Supposons maintenant notre lame à faces parallèles divisée en une infinité de tranches d'épaisseur dl. Si les vibrations incidentes sont privilégiées, elles traverseront la première tranche sans aucune altération, puis la seconde de même, et enfin la lame tout entière. Ainsi le milieu que nous étudions transmet les vibrations privilégiées, et celles-là seulement, sans altération.

» Si les vibrations incidentes ne sont pas privilégiées, on peut toujours, en vertu du principe de la superposition des petits mouvements, les regarder comme décomposées en deux vibrations privilégiées, qui traversent la lame sans altération, et dont la superposition donne les vibrations émergentes. La différence de marche δ, prise par ces deux vibrations pendant leur passage à travers la lame, peut se calculer d'après les mêmes principes ; elle est donnée par l'équation

$$\delta = \sqrt{\varphi^2 + \left(\frac{\omega}{\pi}\right)^2}$$

pour une épaisseur égale à l'unité. La vibration qui prend l'avance est celle qui a une gyration de même sens que le pouvoir rotatoire du milieu.

» En résumé, les effets simultanés du pouvoir rotatoire et de la double réfraction sont en tout conformes à ceux qui résultent de l'hypothèse d'Airy, que notre analyse nous permet de compléter en déterminant K et δ, et de généraliser en l'étendant aux milieux autres que le quartz. La comparaison de ces résultats avec les faits d'expérience exige quelques recherches nouvelles, et fera l'objet d'un autre travail. »

CHIMIE. — *Action de l'acide borique sur quelques réactifs colorés.* Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Debray.

« Les matières colorantes, connues sous les noms d'*hélianthine*, de *tropéoline* OO ou d'*orangé* n° 3 de la maison Poirrier n'éprouvent aucun changement de couleur par leur mélange avec une dissolution d'acide borique étendue ou concentrée, à la température ordinaire ou à l'ébullition. L'acide borique n'agit pas d'ailleurs sur la matière colorante comme le ferait un alcali; car il suffit d'ajouter une trace d'acide chlorhydrique à une dissolution concentrée d'acide borique, colorée en jaune par quelques gouttes du réactif coloré, pour faire virer brusquement au rouge la matière colorante.

» Il est facile de vérifier, en s'appuyant sur cette propriété de l'acide borique, que, dans une dissolution de borax, quelque étendue qu'elle soit, l'acide borique est déplacé vis-à-vis de $1^{éq}$ de soude par $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique, d'acide sulfurique ou d'acide nitrique. Si l'on verse, en effet, une liqueur titrée de l'un de ces acides dans une dissolution renfermant un poids connu de borax, colorée en jaune par quelques gouttes d'une dissolution très étendue d'orangé n° 3 ou d'hélianthine, on reconnaît que la teinte vire au rouge lorsque la soude contenue dans la dissolution est saturée par un poids équivalent de l'acide réagissant.

» Il résulte de là qu'une dissolution de borax se comportera, vis-à-vis des acides forts, en présence de l'orangé, comme une liqueur alcaline ou un carbonate alcalin, et le titrage d'une dissolution de borax se fera comme celui d'une liqueur alcaline; la substitution de l'orangé n° 3 au tournesol permet d'effectuer cette opération avec une très grande précision.

» Inversement, une dissolution de borax peut être employée au titrage des acides chlorhydrique, nitrique ou sulfurique, et elle présente cet avantage sur les dissolutions de soude, d'ammoniaque ou de baryte, que le titre se conserve rigoureusement sans que les vases de verre soient

altérés. Mais le borax est peu soluble dans l'eau et ses dissolutions agiront toujours comme des liqueurs alcalines faibles. J'ai déterminé, par titrage, les poids de borax contenus dans 1^lit d'une dissolution saturée à diverses températures et calculé les poids de soude équivalents :

Températures.	$NaO, 2BoO^3 + 10HO$.	$NaO, 2BoO^3$.	$NaO(31)$.
°	gr	gr	gr
0	22,73	12,02	5,64
4	26,26	13,94	6,55
11	33,99	17,98	8,44
16	42,78	22,62	10,62
20	57,49	33,11	15,55
33	106,82	56,48	26,53

Mais la netteté du virage est telle que l'emploi des dissolutions étendues de borax ne présente aucun inconvénient.

» Le titrage de ces dissolutions se fera par comparaison avec une liqueur normale d'acide sulfurique. J'ai préparé cependant des dissolutions dont le titre s'est trouvé parfaitement exact en dissolvant dans l'eau un poids déterminé de borax prismatique, purifié par plusieurs cristallisations et obtenu, en dernier lieu, en petits cristaux, séché par expression et enfin par exposition à l'air libre pendant plusieurs jours.

» Une base alcalino-terreuse, telle que la chaux, combinée à l'acide borique, est également déplacée en totalité par un poids équivalent d'un acide fort. Dissolvons dans un volume connu d'acide chlorhydrique titré un poids déterminé d'un borate alcalino-terreux; puis, à cette liqueur rougie par quelques gouttes du réactif coloré, ajoutons une solution ammoniacale titrée jusqu'à ce que la couleur vire au jaune faible. A ce moment l'acide chlorhydrique, qui n'est pas combiné à la chaux, est neutralisé et, de la comparaison des volumes des deux dissolutions alcaline et acide employées, il sera facile de déduire le poids de la base contenue dans le sel dissous. Si le borate est anhydre et si l'on s'est assuré par un essai préalable qu'il ne renferme que de l'acide borique et de la chaux, on obtiendra l'acide borique par différence.

» Ainsi, sur un bel échantillon de borate de chaux d'Asie Mineure, qui m'avait été remis par M. Desmazures, j'ai vérifié que la matière contenait 30,10 pour 100 de chaux; le calcul donne 30,21 pour 100, en admettant pour formule du minéral $3CaO, 4BoO^3 + 6HO$, formule établie par M. Pisani.

» Un borate de chaux cristallisé, obtenu en faisant bouillir avec du car-

bonate de chaux par une dissolution concentrée d'acide borique et auquel M. Ditte (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 783) assigne la formule

$$3BoO^3, CaO + 4HO,$$

doit renfermer 16,56 pour 100 de chaux; comme moyenne de plusieurs essais concordants, j'ai obtenu 16,48 pour 100.

» Bien que cette méthode d'analyse ne permette de calculer la teneur en acide borique que par différence, elle peut néanmoins rendre de grands services pour vérifier la composition des borates alcalins ou alcalino-terreux.

» La *phtaléine du phénol*, qui vire si nettement au rouge par les bases fortes en présence des acides forts et même de l'acide acétique, ne peut servir au titrage des dissolutions d'acide borique. Lorsqu'on verse la dissolution alcaline goutte à goutte dans la liqueur acide additionnée de phtaléine, on observe que la liqueur prend bientôt une légère coloration violacée, dont la teinte se fonce lentement. »

CHIMIE. — *Sur les hydrates de sesquichlorure de chrome*. Note de M. L. **Godefroy**, présentée par M. L. Troost.

« En 1844, M. E. Peligot a signalé (1) l'existence de deux hydrates de sesquichlorure de chrome; il a préparé le premier, en évaporant, dans le vide, la solution aqueuse du sesquichlorure anhydre et lui a donné la formule $Cr^2Cl^6 + 12H^2O$; il a obtenu le second, en maintenant dans le vide le produit de l'action de l'acide chlorhydrique et de l'alcool sur le chromate de plomb, et lui a assigné la composition $Cr^2Cl^6 + 6H^2O$. Un peu plus tard (2), il a identifié les deux corps précédemment signalés; et, en admettant l'existence du chloroxyde $Cr^2O^2Cl^2$, il a donné au sel vert obtenu, soit par la dissolution du chlorure violet dans l'eau, soit par l'action de l'acide chlorhydrique et de l'alcool sur le chromate de plomb, la formule de constitution suivante : $4HCl, Cr^2O^2Cl^2 + 10H^2O$.

» M. Lœwel (3) n'admit l'existence ni du chlorure de chrome hydraté, ni du chloroxyde : suivant lui, le corps signalé par M. Peligot serait le chlorhydrate de sesquioxyde Cr^2O^3, 6HCl.

(1) *Comptes rendus*, t. XIX, p. 738.
(2) *Ibid.*, t. XX, p. 1191, et t. XXI, p. 74.
(3) *Ibid.*, t. XX, p. 1192.

» MM. Moberg et Peligot ([1]), en étudiant l'action de la chaleur sur ces sels, signalèrent l'existence de plusieurs oxychlorures.

» Une certaine confusion règne encore sur cette partie de l'histoire du chrome, parce que le sesquichlorure n'est pas stable en présence de l'eau, et qu'il se transforme, au moins partiellement, en oxychlorure.

» En signalant, il y a plus d'un an, à la Société chimique ([2]), l'action du chlore sur un mélange de dichromate de potassium et d'alcool, j'ai indiqué la formation de sesquichlorures de chrome hydratés; en reprenant récemment l'étude de ces corps, j'ai pu obtenir trois hydrates.

» *Préparation des sesquichlorures de chrome hydratés.* — On procède comme pour la préparation du chlorure double de chrome et de potassium. On introduit dans 700gr d'alcool 300gr de dichromate de potassium finement pulvérisé, on fait passer du chlore jusqu'à ce que le liquide fume abondamment, on filtre sur du coton de verre : la liqueur verte filtrée est soumise à la distillation, jusqu'à ce qu'elle se sépare en deux couches : par le refroidissement, la partie inférieure verte se prend en une masse cristalline qu'on dessèche sur de la porcelaine dégourdie ; les cristaux purifiés par recristallisation, en évitant tout excès d'eau, représentent l'hydrate $Cr^2Cl^6 + 12H^2O$ de M. Peligot.

» La solution saturée du sel précédent, maintenue plusieurs jours dans le vide sec, à une température moindre que $+6°$, laisse déposer l'hydrate $Cr^2Cl^6 + 20H^2O$ sous la forme de magnifiques aiguilles vertes.

» Enfin, en broyant les cristaux à 12 molécules d'eau et les maintenant dans le vide sec *jusqu'à ce qu'ils ne perdent plus de poids*, on obtient l'hydrate $Cr^2Cl^6 + 8H^2O$.

» Le chrome, dans les sels précédents, est bien à l'état de sesquichlorure et non d'oxychlorure; pour s'en convaincre, il suffit de constater que ces sels, mis en contact avec les chlorures alcalins dans les conditions spéciales que j'ai déjà indiquées, donnent naissance aux chlorures doubles de la forme $4RCl, Cr^2Cl^6 + 2H^2O$; ce qui ne peut avoir lieu, soit avec les oxychlorures, soit avec les chlorhydrates de sesquioxyde.

» *Propriétés des sesquichlorures hydratés.* — 1° Le sesquichlorure $Cr^2Cl^6 + 20H^2O$ est un magnifique corps, cristallisé en aiguilles brillantes d'un beau vert pouvant atteindre 0m,03, et dont les éléments cristallographiques sont : prisme triclinique de 117°46'; $mg' = 121°17'$; $pm = 112°12'$;

([1]) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 74 et suivantes.

([2]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XL, nos 4-5, p. 170.

$pt = 100° 58'$. L'analyse a fourni les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $Cr^2Cl^6 + 20H^2O$.
Chrome	16,16	16,71
Chlore	30,91	30,96
Eau	52,11	52,33

» Ce sel est extrêmement hygrométrique : dès que la température s'élève au-dessus de 6° à 7°, il fond lentement dans son eau de cristallisation; les cristaux, maintenus dans une cloche contenant de l'acide sulfurique, deviennent opaques et friables, sans changer de forme extérieure; ils perdent ainsi 8 molécules d'eau et sont formés de petits cristaux à 12 molécules d'eau.

» 2° L'hydrate $Cr^2Cl^6 + 12H^2O$ se présente sous la forme d'écailles vertes, composées de petites lamelles extrêmement minces, ayant la forme de losanges; ce sel est hygrométrique, mais il se conserve facilement dans des flacons bien bouchés. L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $Cr^2Cl^6 + 12H^2O$.
Chrome	19,76	19,67
Chlore	40,42	39,87
Eau	39,82	40,46

» 3° L'hydrate $Cr^2Cl^6 + 8H^2O$ est une poudre vert pâle, peu hygrométrique, capable d'absorber de l'eau pour donner le sel précédent; l'échantillon analysé avait séjourné quarante-cinq jours dans le vide sec; voici le résultat de l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $CrCl^6 + 8H^2O$.
Chrome	22,61	22,73
Chlore	45,76	46,10
Eau	31,73	31,17

» Les trois hydrates sont extrêmement solubles dans l'eau; ils sont également solubles dans l'alcool et l'acétate d'éthyle; leur solution est d'un beau vert franc *exempt de dichroïsme.*

» *Action de l'eau sur les hydrates de sesquichlorure de chrome.* — La solution aqueuse étendue des sels précédents, abandonnée à elle-même, à la température ordinaire, se transforme lentement et devient bleu violet (1), la trans-

(1) Cette solution bleu violet a les propriétés générales attribuées aux sels de chrome :

formation est instantanée, vers 70°-80°. La solution concentrée des mêmes sels ne subit pas cette transformation, même si on la soumet à l'ébullition prolongée. Pour expliquer ce fait, j'ai supposé que le sesquichlorure se transformait en oxychlorure, et que la décomposition s'arrêtait lorsque la quantité d'acide HCl libre mis en liberté avait atteint une certaine limite. Dans le but de vérifier cette hypothèse, j'ai dissous du sesquichlorure dans des solutions titrées d'acide chlorhydrique; puis, après avoir soumis ces solutions à l'ébullition, je les ai examinées : toutes celles qui contenaient plus de 3 pour 100 d'acide libre étaient restées vertes; toutes les autres, y compris celles à 2 pour 100, étaient plus ou moins modifiées; d'où la conclusion suivante : « La transformation du sesquichlorure de » chrome ou oxychlorure s'arrête lorsque la quantité d'acide chlorhy- » drique libre contenu dans la liqueur est de 2,5 pour 100 (¹). »

CHIMIE. — *Sur les ferrocyanures alcalins et leurs combinaisons avec le chlorhydrate d'ammoniaque*. Note de MM. A. Étard et G. Bémont, présentée par M. Cahours.

« I. Le ferrocyanure de potassium sec, chauffé dans le vide sur une grille à analyse, jusqu'à atteindre la fusion pâteuse, ne dégage aucun gaz. Une partie du sel est transformée; il se fait du cyanure de potassium, qu'on peut isoler par l'alcool, et du sel de Williamson

$$2Fe(CAz)^6K^4 = Fe(CAz)^6FeK^2 + 6CAzK.$$

Le sel ferrosopotassique formé, insoluble dans l'eau, est en cristaux ambrés assez volumineux, décomposables au rouge en cyanure de potassium cyanogène et fer cristallin tout à fait pur,

$$Fe(CAz)^6FeK^2 = Fe^2 + 2CAzK + C^2Az^2.$$

La destruction du ferrocyanure de potassium par la chaleur s'exprime finalement par la formule

$$Fe(CAz)^6K^4 = Fe + 4CAzK + C^2Az^2.$$

Cette formation de fer et de cyanure de potassium n'a été signalée qu'excep-

---

lorsqu'on la chauffe elle devient vert bleu, pour repasser, par le refroidissement, à la modification violette.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de l'Institut catholique.

tionnellement dans des réactions de Chimie industrielle. D'ordinaire, on regarde, à tort, le carbone, le carbure de fer et même l'oxyde de fer comme les produits de la calcination du ferrocyanure.

» II. Les sels ammoniacaux et surtout le chlorhydrate d'ammoniaque donnent, avec les ferrocyanures, de nombreux dérivés. Un seul de ces corps a été autrefois étudié par Bunsen : c'est le sel

$$Fe(CAz)^6(AzH^4)^4, 2AzH^4Cl.$$

» Le milieu, la température et le temps influent beaucoup sur la composition de ces sels ammoniacaux dissociables. Les conditions déterminent et provoquent la formation des espèces chimiques.

» 1. Une solution de ferrocyanure de potassium, placée dans un tube à brome et tombant lentement dans une solution bouillante de sel ammoniac à l'abri de l'air, se transforme comme suit :

$$(12)\quad 2Fe(CAz)^6K^4 + 6AzH^4Cl = Fe(CAz)^6\overset{\text{II}}{Fe}K^2 + 6CAz^2H^4 + 6KCl.$$

A ces conditions énergiques correspondent des produits simples et stables, notamment le sel de Williamson, un des types salins les plus fréquents de cette série.

» 2. Dans des conditions opposées, les solutions froides des mêmes sels ne réagissent pas, à moins d'opérer comme suit : volumes égaux de chlorhydrate d'ammoniaque et de ferrocyanure de potassium granulés à la grosseur d'un pois sont traités par le double de leur volume d'eau à 25° et agités dans un bain à cette température. Il se fait un sable cristallin, qu'on essore à la trompe ; on redissout la matière dans l'eau à 35°-40° à saturation, et il se dépose par refroidissement de gros cristaux brillants, réfringents, jaunâtres, d'un sel

$$(13)\quad Fe(CAz)^6(AzH^4)^3K, 2AzH^4Cl,$$

	C.	H.	K.	Fe.	Cl.
Trouvé.......	17,2-17,5	5,3-5,4	8,9	14,1	17,1
Calculé.......	17,4	4,8	9,4	13,6	17,2

» Parties égales de ferrocyanure de potassium et de sel ammoniac, dissous à saturation au bain-marie, déposent un sel jaune pâle, qu'on trouve en gros rhomboèdres isolés, au milieu d'un branchage de sel ammoniac;

après refroidissement, ces rhombes de 81° se formulent

(14) $Fe(CAz)^6(AzH^4)^4KH^2, 2AzH^4Cl.$

	C.	H.	Az.	Fe.	Cl.	K.
Trouvé....	19,3-19,0	4,3-4,7	32,7	13,9-14,5	18,2-18,3	11,0
Calculé....	19,1	3,7	33,4	14,9	18,8	10,3

» III. Le ferrocyanure d'ammonium en dissolution se décompose en donnant, entre autres choses, du cyanhydrate d'ammoniaque, qui empêche le reste du sel de cristalliser. On ne peut avoir ce ferrocyanure à l'état solide qu'en saturant l'acide ferrocyanhydrique par de l'ammoniaque, à froid, et en précipitant la liqueur concentrée par de l'alcool.

» Le ferrocyanure d'ammonium, traité par le sel ammoniac, ou mieux le ferrocyanure de sodium, traité par le même sel, donnent naissance au sel de Bunsen,

$$Fe(CAz)^6(AzH^4)^4, 2AzH^4Cl.$$

» Nous ne ferons d'autre remarque sur ce corps que d'indiquer son curieux dédoublement en cyanhydrate d'ammoniaque et chlorure ferreux, comme s'il s'agissait d'une combinaison :

$$FeCl^2 + 6(CAzAzH^4) \quad ou \quad FeCl^2 + [=C(AzH^2)^2]^6.$$

» Cela montre, de plus, que le fer fonctionne comme ferrosum dans les ferrocyanures, ce qui n'avait pas été indiqué par une réaction directe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'éther acétique et de chlorure de calcium.* Note de M. **J. Allain-Le Canu**, présentée par M. Berthelot.

« Liebig a indiqué ([1]), sans en donner d'analyse, une combinaison de l'éther acétique avec le chlorure de calcium. J'ai repris l'étude de ce composé. Quand on verse de l'éther acétique, parfaitement neutre, sec et bouillant à point fixe (76°-77°), sur du chlorure de calcium rapidement pulvérisé, on voit le tout se prendre en masse avec dégagement de chaleur. Pour isoler le composé sous sa forme cristallisée, il suffit de préparer de l'éther acétique brut par le procédé ordinaire, puis de le purifier en l'agitant avec une solution concentrée de chlorure de calcium contenant

---

([1]) *Ann. Chem. Pharm.*, t. V, p. 36.

de la chaux éteinte, de le rectifier ensuite sur du chlorure de calcium fondu, enfin de le verser sur du chlorure de calcium en poudre et de le chauffer entre 40° et 50°, pour obtenir une dissolution de chlorure de calcium dans l'éther. Celle-ci, placée dans un endroit frais, après filtration, donne de nombreuses aiguilles, fines, courtes, rayonnant autour d'un point.

» Afin de déterminer la nature de ces cristaux, j'ai dosé le calcium à l'état de sulfate de chaux, le chlore à l'état de chlorure d'argent; le carbone et l'hydrogène m'ont été donnés par combustion et l'oxygène par différence. De plus, j'ai saponifié l'éther acétique successivement par la baryte et la potasse, pour avoir la quantité d'acide acétique et d'alcool que cet éther contenait.

» Ces diverses analyses donnent aux cristaux la formule simple $C^8H^8O^4CaCl$, ainsi que le montre le Tableau suivant :

	Nombres trouvés					Calculé d'après la formule
	I.	II.	III.	IV.	V.	$C^8H^8O^4CaCl$.
Carbone	33,32	»	»	33,29	32,62	33,44
Hydrogène	5,64	»	»	5,60	5,57	5,57
Oxygène.......	»	»	»	»	»	22,33
Calcium........	13,81	13,97	14,30	13,55	14,69	13,93
Chlore.........	»	23,96	24,98	»	»	24,75

	Trouvé.			Calculé.
Acide acétique..........	41,72	»	»	41,81
Alcool................	»	31,89	30,07	32,00

» L'extrême volatilité de l'éther acétique et la facile décomposition dans l'air humide de la combinaison précitée rendent ces analyses délicates, une partie des cristaux étant encore imprégnée d'éther quand une autre a déjà commencé à se décomposer.

» L'eau décompose rapidement les cristaux dissolvant le chlorure, tandis que l'éther surnage. L'alcool absolu dissout très facilement ce composé. Enfin le chlorure de calcium est entièrement précipité de sa solution éthérée, par un courant d'ammoniaque sec.

» Je poursuis l'étude des composés analogues, formés d'une part par les divers alcools et l'acide acétique, d'autre part par l'alcool ordinaire et les acides analogues à l'acide acétique, ainsi que les combinaisons de ces éthers avec les chlorures, bromures et iodures terreux et métalliques.

» Je citerai, comme exemple, le chlorure de magnésium, qui se dissout

très bien dans l'éther acétique vers 70°-80°, en donnant, par refroidissement, des cristaux semblables à ceux qu'on obtient avec le chlorure de calcium.

» L'iodure de calcium se dissout encore mieux dans l'éther acétique, en dégageant beaucoup de chaleur et formant un liquide fort épais. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur trois nouveaux composés de l'iridium*. Note de M. C. VINCENT, présentée par M. Friedel.

« Le perchlorure d'iridium $IrCl^4$ se combine avec les chlorhydrates de mono-, de di- et de triméthylamine, en donnant des produits qui cristallisent avec facilité; ils correspondent, par leur composition, au chloro-iridate d'ammoniaque. Les méthylamines qui m'ont servi pour ce travail proviennent des produits de la distillation des vinasses de betteraves, qui en sont la source la plus abondante.

» La triméthylamine a été purifiée par la méthode de Hofmann, au moyen de l'oxalate d'éthyle, et le chlorhydrate obtenu avec cette amine a été purifié ensuite par cristallisation.

» Le chlorhydrate de diméthylamine a été obtenu en décomposant par l'acide chlorhydrique la diméthylnitrosamine pure.

» Enfin le chlorhydrate de monométhylamine a été préparé en décomposant par la chaleur l'un quelconque des deux chlorhydrates précédents, selon la réaction que j'ai indiquée (*Comptes rendus*, séances des 21 mai et 8 octobre 1877).

» Le chlorhydrate de monométhylamine a été séparé du sel ammoniac formé en même temps que lui, au moyen de l'alcool absolu.

» L'iridium pur qui m'a servi a été extrait de résidus d'attaque de la mine de platine, que je dois à la libéralité de MM. Lebrun et Desmoutis, auxquels j'adresse tous mes remercîments.

» L'iridium pur, provenant de la calcination modérée du chloro-iridate d'ammoniaque, a été finement pulvérisé et traité, selon le procédé de MM. Deville et Debray, par un mélange de nitrate de baryte et de baryte au rouge. La masse obtenue a été traitée par l'acide chlorhydrique, additionné d'acide azotique; et enfin on a précipité la baryte par l'acide sulfurique. Le liquide éclairci a été concentré.

» On obtient les trois nouveaux chlorures doubles, en mélangeant des dissolutions suffisamment concentrées et bouillantes de chlorure d'iridium et de chlorydrate de mono-, de di- ou de triméthylamine. Par le refroidis-

sement il se dépose des cristaux, faciles à purifier par de nouvelles cristallisations.

» Le chloro-iridate de monométhylamine se présente sous la forme de très petites tables hexagonales uniaxes, d'un rouge brun presque noir, qu'il a été impossible de mesurer.

» L'analyse de ce composé a donné :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour 100.
Ir	41,40	41,59
Cl	44,60	44,92

avec la composition

$$2[Az(CH^3)H^3Cl], IrCl^4.$$

» Le chloro-iridate de diméthylamine se dépose par refroidissement d'une dissolution chargée de chlorhydrate de diméthylamine, sous la forme de cristaux très allongés, brillants, d'un rouge brun très riche, mais moins foncé que le composé précédent.

» Ce produit, purifié par cristallisation dans l'eau, donne les mêmes cristaux, mais beaucoup plus courts : ce sont des octaèdres rectangulaires appartenant au type orthorhombique, que M. Friedel a bien voulu se charger de déterminer.

» Les cristaux présentent deux aspects différents; les uns sont très allongés et ne portent que les faces m et a^1; l'allongement est parallèle à l'axe du prisme m. Sur les autres, beaucoup plus courts, on remarque d'autres facettes g^1, g^3, et parfois d'autres en zone sur les arêtes a^1m, ou g^1a^1, dont il n'a pas été possible de mesurer les angles. L'angle du prisme est de 53°51′ (angle des normales); ceux de

$$a^1a^1 = 88°40', \quad a^1m = 51°24', \quad mg^3 = 18°8'.$$

» Le rapport des axes $D : d : h = 1,9689 : 1 : 1,9540$.

» Les faces sont brillantes, mais donnent des images médiocres. Il existe un clivage parallèle à m. L'analyse de ces cristaux a donné :

	Trouvé pour 100.	Calculé d'après la composition $2[Az(CH^3)^2H^2Cl]IrCl^4$ pour 100.
Ir	38,98	39,26
Cl	42,22	42,42

» Enfin le chloro-iridate de triméthylamine se dépose par refroidissement d'une dissolution bouillante, sous la forme de gros octaèdres enchevêtrés, de couleur rouge brun, moins foncée que les deux composés précédents. Ces octaèdres sont dérivés du cube. Par évaporation spontanée d'une dissolution saturée de ce produit, on obtient des cristaux volumineux. L'analyse de ce composé a donné :

	Trouvé pour 100.	Calculé d'après la composition $2[Az(CH^3)^3HCl]IrCl^4$ pour 100.
Ir	36,92	37,19
Cl	40,09	40,18

» Soumis à l'action de la chaleur, ces trois nouveaux composés fondent, puis se décomposent en se boursouflant beaucoup. Ils laissent un résidu d'iridium et de charbon. La proportion de charbon est la plus forte pour la triméthylamine, comme cela était à prévoir. Ce charbon brûle rapidement à l'air et laisse de l'iridium parfaitement pur, sous la forme d'une masse volumineuse, très brillante, surtout pour le composé de triméthylamine.

» La facilité avec laquelle le chloro-iridate de triméthylamine cristallise pourrait être mise à profit, pour purifier l'iridium des traces de rhodium qu'il retient facilement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur divers dérivés haloïdes de substitution de l'acide propionique*. Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Friedel.

« Les études que j'ai entreprises sur la *solidarité fonctionnelle* dans les composés organiques m'ont amené à m'occuper des dérivés haloïdes de substitution de l'acide propionique. J'aurai l'honneur de faire connaître dans une Communication prochaine les conclusions qu'il est possible de déduire, quant à la question générale qui fait l'objet de mes recherches, des résultats que j'ai obtenus. Je demande la permission, en attendant, de faire connaître succinctement ceux-ci.

DÉRIVÉS CHLORÉS.

» *Acide β-chloropropionique* $ClCH^2-CH^2-CO(OH)$. — Obtenu par la décomposition à l'air libre de son chlorure, cet acide constitue de larges lamelles, minces, d'une parfaite blancheur, assez hygroscopiques ; il fond

à 37°-38° et bout, sous la pression de 764^{mm}, à 203°-205°, en se décomposant légèrement.

» Cet acide n'est ni corrosif ni caustique, comme son isomère l'acide α-CH^3-CHCl-COOH. On y a trouvé 32,64 pour 100 de chlore; la formule en demande 32,71.

» *Chlorure de propionyle β-chloré* $ClCH^2$-CH^2-COCl. — Il s'obtient aisément par l'action de $PhCl^3$ sur l'acide précédent.

» C'est, comme le chlorure de chloracétyle, un liquide incolore, d'une odeur forte, suffocante, réagissant fortement par son côté $C\langle^{O}_{Cl}$ sur l'eau, l'alcool, l'ammoniaque, etc. Sa densité à 13° est 1,3307. Il bout, sous la pression de 763^{mm}, à 143°-145°; sa densité de vapeur a été trouvée de 4,42; la densité calculée est 4,38.

» Il a fourni pour le chlore total 55,88 pour 100; pour le chlore de $C\langle^{O}_{Cl}$, 28,11 pour 100; la formule correspond respectivement à 55,90 et 27,95.

» *Propionate éthylique β-chloré* $ClCH^2$-CH^2-$CO(OC^2H^5)$. — Je l'ai obtenu soit directement par l'action de l'acide β-chloropropionique sur l'alcool éthylique, en présence de l'acide sulfurique, soit, ce qui est préférable, en faisant réagir le chlorure $ClCH^2$-CH^2-CO Cl sur l'alcool.

» Il ressemble au dérivé acétique correspondant, mais il est moins odorant et moins piquant; sa densité à 8° est 1,1160; il bout, sous la pression de 765^{mm}, à 162°-163°; densité de vapeur trouvée, 4,94; calculée, 4,71.

» Tandis que le *monochloro-acétate d'éthyle* $ClCH^2$-$CO(OC^2H^5)$ réagit immédiatement et totalement sur l'iodure de sodium en solution dans l'alcool à chaud, celui-ci ne détermine, dans les mêmes conditions, qu'une réaction insignifiante; précipitation lente et très faible.

» Son isomère, le *chloro-acétate de propyle primaire*

$$CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH^2Cl,$$

lui est physiquement identique ou presque identique; il bout, sous la pression de 765^{mm}, à 161°-162°; sa densité, à 8°, est égale à 1,1096; il en diffère cependant par son odeur plus agréable, légèrement poivrée. Celui-ci fait immédiatement la double décomposition avec l'iodure de sodium en solution alcoolique. Cet éther s'obtient comme le précédent.

» Le *chloro-propionate de méthyle*, $ClCH^2$ – CH^2 – $CO(OCH^3)$, absolument

analogue au dérivé éthylique, bout à 155°-157°; densité de vapeur trouvée, 4,00; calculée, 4,23.

» *Propionate d'éthyle bichloré biprimaire*

$$ClCH^2 - CH^2 - CO - O - CH^2 - CH^2Cl.$$

Il résulte de l'action du chlorure de β-chloropropionyle sur le glycol monochlorhydrique. C'est un liquide incolore, peu odorant, insoluble dans l'eau; densité à 8° égale à 1,282; bouillant à 210°-215°.

» Tandis que son homologue, l'*acétate d'éthyle bichloré biprimaire*

$$ClCH^2 - CH^2 - O - CO - CH^2Cl$$

réagit si fortement sur l'iodure de sodium dissous dans l'alcool, par le chaînon CH^2Cl de l'acide acétique, celui-ci ne fait pas ou très difficilement la double décomposition avec le même réactif.

» *Chlorure de propionyle monochloré* α $CH^3 - CHCl - COCl$. — Comme son isomère, il résulte de l'action de $PhCl^3$ sur l'acide α-chloropropionique, et ressemble absolument comme lui au chlorure d'acétyle monochloré. Sa densité à 7°,5 est 1,2394. Il bout, sous la pression de 744^m, à 109°-110°. Sa densité de vapeur a été trouvée de 4,38; la densité calculée est 4,39. Chlore total trouvé, 55,83; calculé, 55,90.

» J'ai constaté que le chlorure d'acétyle monochloré bout à 107°-108°.

» Sous le rapport de la volatilité, les dérivés α-chloropropioniques CH^3-CHCl-COX de diverse nature se rapprochent donc de très près des dérivés chloro-acétiques correspondants CH^2-ClCOX.

DÉRIVÉS IODÉS.

» Les dérivés *iodés* dont il est ici question correspondent à l'acide β-*iodopropionique* $CH^2I-CH^2-CO(OH)$.

» L'éther *méthylique* bout régulièrement, sans décomposition, à 188°, sous la pression de 756^{mm}; sa densité à 7° est égale à 1,8408.

» L'éther *éthylique* bout à 198°-200° en se décomposant légèrement, sous la pression de 754^{mm}; à 8°, sa densité est égale à 1,707.

» Ce sont l'un et l'autre des liquides incolores, mais brunissant à la lumière, insolubles dans l'eau, exhalant une agréable odeur éthérée et n'excitant nullement le larmoiement; par là ils s'éloignent totalement des dérivés *iodo-acétiques* correspondants. On les obtient aisément par l'action de l'acide β-iodopropionique sur l'alcool en présence de l'acide sulfurique.

» *L'iodo-acétate de propyle primaire* $ICH^2-CO-O-CH^2-CH^2-CH^3$, produit de l'action du *chloro-acétate* propylique sur l'iodure sodique dans l'alcool, est physiquement analogue à son isomère, *l'iodopropionate* éthylique $ICH^2-CH^2-CO-O-CH^2-CH^3$; il bout avec une remarquable fixité à 198°, sous la pression de 756mm; sa densité à 7° est égale à 1,6794; mais il s'en distingue absolument en ce qu'il excite vivement le larmoiement.

» *Iodopropionamide* $ICH^2-CH^2-CO(NH^2)$. — Cristaux tabulaires, incolores, jaunissant à la lumière; aisément solubles dans l'eau; solution précipitant par le nitrate d'argent; fusion à 100°-101°. On y a trouvé 63,80 pour 100 d'iode; calculé, 63,81.

» Ce corps résulte de l'action de l'ammoniaque aqueuse sur l'iodopropionate de méthyle, à la température ordinaire; après quelques heures, l'éther est totalement dissous; la solution, spontanément évaporée, laisse déposer les cristaux.

» *L'iodo-acétamide* $ICH^2-CO(NH^2)$. — Peut s'obtenir dans les mêmes conditions par l'action de l'ammoniaque alcoolique sur l'iodo-acétate de méthyle. Elle se présente sous la forme de petites aiguilles fusibles à 157°-158°. On y a trouvé 68,90 pour 100 d'iode; calculé, 68,64. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la signification des expériences polarimétriques exécutées avec la dissolution du coton dans la liqueur de Schweizer.* Note de M. A. **Béchamp**. (Extrait.)

« Dans une Note récemment insérée aux *Comptes rendus* (¹), M. Levallois exprime le regret que je n'aie pas répété et contrôlé ses expériences, avant d'en combattre les résultats.

» .... Maintenant que j'ai pu, grâce aux renseignements complémentaires qu'il vient de me fournir, répéter l'expérience principale (²), je vais essayer de rechercher quelle en est la signification, et de quelle interprétation les résultats sont susceptibles.

» Mettons en pleine lumière les résultats de l'expérience principale de M. Levallois (³). Une certaine quantité de coton dissous, sous volume connu, dans le réactif ammonicuprique, imprime une certaine rotation à gauche, exprimée en degrés circulaires, au plan de polarisation. Appelons r_b les rotations pour la teinte bleue du réactif, et calculons le pouvoir

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1122.

(²) *Ibid.*, t. XCVIII, p. 44 et 732.

(³) *Ibid.*, t. XCVIII, p. 733, et t. XCIX, p. 1122.

rotatoire, par la formule de M. Berthelot, à l'aide des données fournies par M. Levallois dans deux déterminations.

$$r_b = 20^\circ \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 100^{cc}, \quad p = 1^{gr},0, \quad [r]_b = 1000^\circ \nwarrow.$$
$$r_b = 24^\circ,5 \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 100^{cc}, \quad p = 1^{gr},5, \quad [r]_b = 816^\circ \nwarrow.$$

» En multipliant ces pouvoirs rotatoires par le coefficient 1,85 qui, d'après M. Levallois, permet de ramener à la lumière jaune les observations faites avec la lumière bleue qui traverse la liqueur de Schweizer, on a respectivement, pour le premier et pour le second, *a* étant le symbole pour la lumière jaune :

$$[a] = 1850^\circ \nwarrow \text{ et } 1509^\circ,6 \nwarrow.$$

» Comme il est probable que M. Levallois a employé le coton dans l'état de siccité ordinaire de la température ambiante, ces nombres seraient plus élevés si on les calculait pour le coton absolument sec.

» J'ai d'abord répété l'expérience en me plaçant dans les mêmes conditions. $1^{gr},7$ de coton, correspondant à $1^{gr},59$ de matière séchée à 100°, sont dissous dans le réactif (1) sous le volume de 170^{cc}; il a fallu dix-huit heures de contact pour avoir une solution homogène. Deux observateurs également exercés ont successivement déterminé la rotation; pour l'un, l'extinction était obtenue plus tôt que pour l'autre. Voici le calcul des résultats :

1. $r_b = 14^\circ,5 \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 170^{cc}, \quad p = 1^{gr},59, \quad [r]_b = 775^\circ \nwarrow,$
2. $r_b = 22^\circ \nwarrow, \quad [r]_b = 1176^\circ \nwarrow.$

» A 1^{vol} de la solution on ajoute 2^{vol} d'ammoniaque; l'un des observateurs trouve 7°, l'autre 7°,25, en moyenne, pour la rotation : on a donc

$$r_b = 7^\circ,25 \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 50^{cc}, \quad p = 0^{gr},156, \quad [r]_b = 1162^\circ \nwarrow.$$

» L'observation étant plus facile dans les liqueurs plus étendues, l'expérience est répétée, avec cette différence que, avant la détermination de la rotation, la solution a été abandonnée à elle-même pendant soixante-quatre heures : on a trouvé, comme moyenne de quatorze lectures assez concordantes, 7°,6 pour l'extinction ; donc

$$r_b = 7^\circ,06 \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 50^{cc}, \quad p = 0^{gr},1256, \quad [r]_b = 1405^\circ \nwarrow.$$

» Dans les deux expériences suivantes, on a dosé l'oxyde de cuivre contenu dans le volume du réactif employé et noté aussi la durée de la dissolution complète du coton.

» La première solution contenait $0^{gr},2769$ de coton séché à 120°, et $0^{gr},2775$ de CuO dans 50^{cc}. La dissolution était complète au bout de quatre heures et aussitôt examinée. La rotation, comme moyenne de dix-huit lectures assez concordantes des deux observateurs, a été de 8°,8; donc

$$r_b = 8^\circ,8 \nwarrow, \quad l = 2, \quad v = 50^{cc}, \quad p = 0^{gr},2769, \quad [r]_b = 794^\circ \nwarrow.$$

---

(1) Le coton avait été purifié avec le plus grand soin. Le réactif de Schweizer était préparé en faisant agir, au contact de l'air, l'ammoniaque sur la tournure de cuivre soigneusement lavée à l'éther.

» La seconde solution renfermait $0^{gr},1821$ de coton séché à 120° et $0^{gr},2368$ de CuO dans 50^{cc}. La dissolution étant achevée au bout de quatre à cinq heures, on a prolongé le contact pendant vingt-quatre heures, et l'on a observé. La rotation, comme moyenne de dix lectures, a été de 4°,105; on a donc

$$r_b = 4°,105 \searrow, \quad l = 2, \quad v = 50^{cc}, \quad p = 0^{gr},1821, \quad [r]_b = 563° \searrow.$$

» Certainement, en ne tenant compte que du fait brut, en négligeant la précision des déterminations, à cause de leur difficulté, M. Levallois a dû croire à l'activité optique de la cellulose. Je dirai seulement que, dans toutes les observations rapportées, contrairement à ce qui arrive pour les substances vraiment douées du pouvoir rotatoire, lorsque l'extinction était obtenue, si l'on dépassait le point précis où elle se produisait, il arrivait que l'autre demi-disque ne s'illuminait pas : les deux parties, celle de droite et celle de gauche, restaient également sombres : la lumière ne passait pas, même quand on dépassait le point d'extinction. L'observateur exercé qui m'assistait a fait la même remarque.

» La grandeur insolite des pouvoirs rotatoires moléculaires, ainsi que leurs énormes différences, étant écartées, car là n'est pas la difficulté, le fait n'en reste pas moins subordonné à deux hypothèses : on doit se demander si la cause des phénomènes observés se trouvait dans le coton ou dans le dissolvant. L'alternative est de trop d'importance pour être traitée incidemment; d'ailleurs la place me fait défaut.

» J'ajoute, en finissant, que le coton n'est pas simplement dissous par le réactif ammonicuprique : il y éprouve des modifications progressives qui aboutissent à un état moléculaire constant, doué de propriétés particulières, mais où se retrouvent certains caractères de la cellulose. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la lumière du soleil sur la vitalité des germes de microbes*. Note de M. E. DUCLAUX.

« L'air et le soleil sont depuis bien longtemps regardés comme les grands facteurs de l'hygiène privée et publique, mais une mesure précise de leur influence sous ce rapport est restée impossible tant qu'on en a été réduit, au sujet des maladies épidémiques et contagieuses, aux notions vagues qui avaient cours jusqu'à ces dernières années. Aujourd'hui que le rôle des microbes dans ces maladies va en s'affirmant et en se précisant de plus en plus, il est possible de poser et utile de résoudre la question suivante :

quelle est l'influence propre du soleil dans la destruction des germes atmosphériques?

» Des expériences préliminaires m'ayant appris que les germes des microbes purement aérobies étaient en moyenne plus résistants que les autres, j'ai naturellement commencé par eux mes expériences de mesure, afin d'avoir plus de marge, et je me suis adressé tout d'abord à ceux que je connais le mieux, aux *Tyrothrix* que j'ai décrits dans mes travaux sur le lait.

» Ces êtres ont l'avantage d'être surtout, comme les microbes pathogènes, des agents de destruction de la matière albuminoïde ou azotée. L'un d'eux, le *Tyrothrix Scaber*, qui vit bien dans le bouillon Liebig, et un peu moins bien dans le lait, a une forme de développement et un aspect granuleux qui le rendent toujours reconnaissable; c'est sur lui que j'ai surtout opéré.

» Une fine goutte d'une culture de ce microbe dans du lait, prise au moment de la formation des spores, était déposée au fond d'un matras fermé au moyen d'un tampon de coton, et dans lequel l'air pénétrait librement, mais sans y apporter de germes nouveaux. La goutte s'y évaporait, et le matras était alors exposé au soleil quinze jours, un mois, deux mois, sur un mur exposé au midi, pendant les mois d'été. Pendant ce temps, d'autres matras, absolument identiques aux premiers, étaient conservés à l'étuve à la lumière diffuse, et à des températures toujours voisines du maximum de température obtenu au soleil. L'expérience terminée, il suffisait d'introduire dans tous ces matras quelques grammes d'une infusion convenable pour savoir ceux qui avaient conservé leurs germes vivants.

» Bien que mes plus vieilles expériences datent de trois ans, aucun des matras conservés à la chaleur, mais à l'abri du soleil, n'est encore stérilisé. Les spores de *Tyrotrix Scaber*, à l'état sec, résistent donc au moins trois ans à l'action combinée de l'air et à une température sénégalienne.

» Il en est autrement au soleil. Dans une de mes séries d'expériences, après quinze jours au soleil du mois d'août de cette année, il n'y avait encore aucun effet sur des spores provenant d'une culture dans du lait. Après un mois d'insolation, on a constaté des retards de développement prouvant que la vitalité des spores était un peu atteinte. Après deux mois, deux ballons sur quatre sont restés stériles.

» Avec des spores provenant d'une culture dans le bouillon Liebig, la progression est encore plus rapide et plus nette. Un matras sur trois est resté stérile après quinze jours d'exposition au même soleil que les précé-

dents; il y en a eu deux sur trois après un mois, et trois sur trois après deux mois d'insolation.

» Ces résultats mettent en évidence l'influence de la lumière du soleil, au moins cinquante fois plus active que sa chaleur, dans quelques-uns des essais qui précèdent. S'il était possible d'opérer sûrement sur des germes en libre suspension dans l'air, recevant sans écran et sur toutes leurs faces l'action solaire, comme ils le sont dans la nature, la disproportion serait encore plus marquée. La lumière du soleil est donc un agent hygiénique d'une grande puissance.

» Un autre fait, non moins intéressant, résulte de la comparaison des nombres ci-dessus : c'est que des germes d'un même microbe, identiques en apparence, peuvent n'avoir pas la même vitalité. Ceux qui proviennent d'une culture dans le bouillon Liebig résistent moins à l'action solaire que ceux qui proviennent du lait, bien que le premier liquide de culture soit en apparence plus favorable que le second au développement du microbe. Je n'insiste pas, pour le moment, sur les causes de cette différence, qu sont complexes; je me borne à les signaler. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Etudes sur la tête et la bouche des larves d'Insectes.* Note de M. A. **Barthélemy**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les larves des Insectes peuvent se rapporter en grande partie à la forme *chenille*, comme celles des Crustacés se rapportent à la forme Nauplius ou Zoé.

» Constante chez les Lépidoptères, la forme chenille se retrouve, avec des variations plus ou moins profondes, chez un grand nombre de genres de Coléoptères, de Névroptères, surtout d'Hyménoptères, qui ont de nombreuses analogies avec les Lépidoptères; dans des larves aquatiques, la forme est souvent déguisée par l'action du milieu et le stade peut être franchi dans les espèces à chrysalides errantes, chez les Diptères, etc.

» La forme chenille présente, dans des ordres différents, une si remarquable uniformité que le nombre seul des fausses pattes peut faire distinguer ces larves des vraies chenilles.

» La bouche présente une constance sur laquelle je me permets d'attirer l'attention et qui peut servir à établir, d'une manière plus précise qu'on ne l'a fait jusqu'ici, les vraies analogies des pièces de la bouche, d'autant plus que presque toutes les larves des Insectes sont broyeuses.

» Savigny ne paraît pas avoir porté son attention sur ce sujet. Je crois avoir été le premier à suivre les transformations de la bouche de la chenille broyeuse en celle du papillon suceur et j'en ai déduit de profondes modifications à la théorie de Savigny ([1]). Depuis lors j'ai continué ces recherches.

» *Chenilles des Lépidoptères.* — La bouche de la chenille des Lépidoptères se compose d'un labre ou lèvre supérieure présentant souvent une large échancrure qui sert de guide du mouvement à la feuille que ronge la chenille; la lèvre se présente alors comme formée d'une pièce centrale et de deux latérales soudées.

» Les mandibules, fortes et résistantes, se différencient de bonne heure chez l'embryon, parce qu'elles servent à broyer le bourgeon intérieur qui correspond au micropyle de l'œuf et par lequel sortira l'animal.

» Le fait le plus remarquable que présentent les mandibules, c'est la présence à leur base externe de véritables palpes mandibulaires à *deux* ou *trois articles*, s'enlevant souvent avec la mandibule elle-même (Noctuelles) ou même portés par celle-ci (*Sphinx atropos*).

» La présence de ce palpe mandibulaire rapproche ces mandibules de celles des Crustacés, chez lesquels néanmoins cet organe a une autre situation. Ces palpes mandibulaires ne persistent guère que chez les Lépidoptères à la base des deux demi-spiritrompes (qui, pour moi, sont les mandibules transformées); mais on en retrouve des traces chez les autres Insectes dont les larves sont de fausses chenilles. On les a, à tort, confondues avec des antennes.

» Les mâchoires et la lèvre inférieure, d'une consistance toujours membraneuse, constituent la partie la plus remarquable de la bouche de la chenille.

» La mâchoire, s'écartant brusquement du type de l'Insecte parfait, rappelle, à s'y méprendre, les pattes des Crustacés inférieurs et surtout des Nauplius qui, comme on sait, sont des appendices de la tête de l'animal parfait : une première pièce membraneuse, fixée d'un côté à la tête, de l'autre à la lèvre inférieure, représentera le coxopodite du Crustacé ou, si l'on veut, le *gond* de la mâchoire des Insectes parfaits, lequel présente toujours ce caractère, non signalé jusqu'ici, d'être relié par une membrane à la tête et au menton. Vient ensuite une seconde pièce tubulaire, l'ischio-

([1]) Voir notre travail : *Recherches d'Anatomie et de Physiologie générales sur la classe des Lépidoptères;* 1864.

podite, puis le basipodite, d'où partent deux tubes, l'endopodite et l'exopodite (¹). Elle présente déjà ce caractère de se porter en avant et en haut, comme les palpes maxillaires de beaucoup d'Insectes parfaits tendent à recouvrir plus ou moins les autres organes buccaux (Lépidoptères, Diptères, etc.).

» Enfin la lèvre inférieure, membraneuse aussi, est formée manifestement de trois parties dont l'intermédiaire porte deux palpes labiaux, très petits et souvent bifurqués, tandis que la dernière partie, représentant la languette des Insectes parfaits, est constituée en filière.

» Cette lèvre inférieure ne présente pas de traces de soudures qui permettraient d'y voir d'une façon précise les deux appendices soudés que l'on admet dans cet organe.

» Cette forme de la lèvre inférieure, et surtout de la languette, rappelle le bec des Daphnies et celui des Crustacés inférieurs (Pygnogonides), où cet organe n'est pas formé, comme chez les Insectes parfaits, par des appendices soudés.

» Les fausses chenilles des divers ordres d'Insectes se rapprochent beaucoup, par leur bouche, de la chenille des Lépidoptères ; la fausse chenille de l'*Hylotome du rosier* diffère très peu de celle de la Piéride du chou, avec laquelle elle présente tant de ressemblance, tandis que les Insectes parfaits diffèrent essentiellement.

» Chez les larves immobiles d'Hyménoptères, telles que les Guêpes (Polistes), les mandibules présentent encore les palpes entourés d'un cercle chitineux, tandis que les mâchoires sont représentées par deux tubercules dans lesquels s'organisent les organes parfaits. La lèvre inférieure n'a plus de languette, elle paraît fendue et présente, en dedans, deux palpes labiaux identiques à ceux des mandibules. Cette lèvre laisse prévoir la forme définitive chez l'Insecte parfait.

La larve aquatique des Phryganes présente une mâchoire tubuleuse où l'exopodite sort presque à angle droit et remonte encore bien plus audessus de la bouche.

» Il n'est pas jusque chez la larve si différenciée du Cousin où l'on ne retrouve une constitution voisine de celle de la chenille.

» Il resterait à parler des pièces de la bouche chez les nymphes et les chrysalides et de noter les passages à la bouche de l'Insecte parfait; ces

(¹) Je me sers ici des termes employés pour les Crustacés, pour mieux marquer l'analogie que je veux établir.

détails doivent être réservés pour une étude générale de la bouche des Insectes parfaits.

» Il résulte de cette Note qu'il existe chez les Insectes une forme larvaire générale, la *chenille*, dont la bouche se rapproche des appendices de la forme Nauplius et des appendices voisins de la bouche chez les Crustacés inférieurs, et que l'étude des modifications de ces organes communs chez les formes intermédiaires, nymphes et chrysalides, doit précéder celle de ces mêmes organes chez les Insectes parfaits. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de l'anatomie des* Cidaridæ *du genre* Dorocidaris. Note de M. **Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La famille des *Cidaridæ* est représentée sur nos côtes par le genre *Dorocidaris* (Agassiz). L'espèce *Dorocidaris papillata*, que j'ai pu avoir dans d'excellentes conditions au laboratoire Arago, à Banyuls-sur-Mer, est une des plus universellement répandues et vit sous les latitudes les plus diverses. De nombreux auteurs l'ont décrite, mais aucun d'eux ne paraît en avoir étudié de près l'anatomie. Il en résulte que, toutes réserves faites sur les caractères extérieurs du test et de ses appendices, et les *Cidaridæ* étant d'ailleurs construits suivant le type dit *régulier*, on est tenté de considérer comme se rapportant à ces derniers toutes les conclusions qui résultent des travaux publiés sur l'anatomie des *Echinidæ*.

» Une étude attentive du *Dorocidaris papillata* m'a montré qu'il existe chez ce type des particularités anatomiques intéressantes qui, peut-être dans la suite, seront retrouvées chez les autres représentants de la même famille. Je me borne à signaler dans cette Note deux modifications ayant trait à deux organes qui ont été, pour la première fois, en 1874, bien définis par M. Perrier, chez le genre *Echinus*.

» 1° *Siphon intestinal*. — On sait que le siphon intestinal consiste en un canal tapissé intérieurement par un épithélium à cellules glandulaires, naissant de l'œsophage, tout près du point où celui-ci rejoint le renflement stomacal et débouchant, par son extrémité postérieure, dans la deuxième courbure intestinale, au point de réflexion du tube digestif. Il est situé entre le vaisseau marginal interne et la première courbure, dont il est une sorte de dédoublement.

» Chez le *Dorocidaris*, là où devrait se trouver le siphon intestinal, on ne voit aucun canal parallèle à l'intestin. L'extrémité postérieure de l'œso-

phage ne donne naissance à aucun conduit secondaire le mettant en communication directe avec le commencement de la deuxième courbure intestinale. Des injections répétées, soit par la bouche, soit par l'anus, remplissent entièrement le tube digestif, et rien de plus. Il n'y a donc pas de *siphon intestinal*.

» Ouvre-t-on, maintenant, la première courbure par une incision longitudinale, on aperçoit, sur la ligne qui correspond au trajet du vaisseau marginal interne, une sorte de gouttière résultant de la jonction des parois de l'intestin, et qui est, d'autre part, rendue très évidente par les caractères des replis épithéliaux qui la limitent.

» Ceux-ci se succèdent très régulièrement le long des bords de la gouttière, et leur couleur claire tranche nettement sur la teinte générale du reste de l'épithélium.

» Des coupes transversales pratiquées dans la première courbure du tube digestif montrent les caractères histologiques de cette gouttière et confirment en même temps l'absence de siphon intestinal. On voit, en effet, sur ces coupes, la lumière du vaisseau marginal interne tangente à la couche musculaire de l'intestin, et l'on constate que l'épithélium de la gouttière comparé à l'épithélium général de l'intestin est sensiblement modifié; les cellules y sont plus longues, plus minces, et leur partie sécrétrice moins développée.

» Si l'on remarque que ladite gouttière n'existe avec ces caractères que le long de la première courbure, qu'elle occupe exactement la place du siphon et que, en outre, elle ne se rencontre pas chez les Échinides pourvus de ce dernier organe, on est amené à la considérer comme un rudiment de siphon intestinal qui ne peut d'ailleurs avoir aucune importance physiologique.

» 2° *Vaisseau collatéral.* — L'étude de la circulation m'a permis de constater une autre simplification dans l'anatomie du *Dorocidaris*. En même temps qu'il signalait le siphon intestinal, M. Perrier décrivait, chez l'*Echinus sphæra*, un très singulier vaisseau placé comme une voie de garage sur le parcours du vaisseau marginal externe, auquel il est réuni par de nombreuses anastomoses. Ce *vaisseau collatéral* flotte librement dans la cavité générale; il naît du vaisseau marginal externe vers le commencement de la première courbure et finit avec elle.

» Rien de semblable ne s'observe chez le *Dorocidaris*. Ici le vaisseau marginal externe reste simple sur tout son parcours. Les injections, les dis-

sections les plus minutieuses ne révèlent aucun vaisseau comparable au vaisseau collatéral des *Echinidæ*.

» Si je signale dans une même Note l'absence simultanée du *siphon intestinal* et du *vaisseau collatéral* chez le *Dorocidaris*, ce n'est point que je les considère comme liés par une relation physiologique quelconque. J'ai seulement voulu opposer plus directement ces deux résultats de mes recherches sur la famille des *Cidaridæ* à deux traits anatomiques de la famille des *Echinidæ* sur lesquels, il y a quelques années, un même Mémoire appelait l'attention des zoologistes. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Hémiptère marin, l'*Æpophilus Bonnairei, *Signoret.* Note de M. R. Kœhler, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Pendant un séjour que je fis cette année, au mois d'août, dans les îles anglo-normandes, j'ai pu recueillir à Jersey quelques échantillons d'un Hémiptère marin, considéré jusqu'ici comme très rare, l'*Æpophilus Bonnairei*. En raison de la rareté de cet Insecte et de l'intérêt tout particulier qui s'attache aux Insectes marins dont le nombre est fort restreint, je crois devoir donner sur l'*Æpophilus* les renseignements suivants, qui pourront être de quelque utilité aux naturalistes, d'autant plus qu'en disséquant les spécimens, peu nombreux d'ailleurs, que j'ai rapportés, j'ai pu relever quelques inexactitudes dans les descriptions qu'on avait données de cet animal.

» L'*Æpophilus Bonnairei* est un petit Hémiptère, de la famille des Hydrométrides, qui fut découvert en 1879 seulement, à l'île de Ré, et décrit peu de temps après par Signoret, dans une très courte Notice publiée dans le *Tijdschrift voor Entomologie*, 1880, description reproduite dans le *Synopsis des Hémiptères* du Dr Puton. M. Puton m'informe qu'il en existe un échantillon au Musée de Londres avec l'étiquette Cornouailles. Je ne connais pas d'autres stations de cet intéressant Insecte. Sa longueur est de 3^{mm}, sa largeur de $1^{mm},5$; la couleur est d'un brun jaunâtre, roux; le corps, surtout l'abdomen, est recouvert de petits poils très fins et soyeux. Signoret est assez embarrassé pour classer cet Hémiptère. « La place qu'il doit » occuper, dit-il, est assez problématique; l'habitat de la seule espèce du » genre nous porte à le placer parmi les Véliides; comme aspect, l'espèce » se rapproche du *Ceratombus* (*C. muscorum*). »

» Signoret figure les organes génitaux extérieurs du mâle et de la fe-

melle : d'après lui, ces organes sont situés au-dessus de l'abdomen chez la femelle et au-dessous chez le mâle. Le Dr Puton pense le contraire et croit que Signoret s'est trompé dans la détermination des sexes. Il m'a été facile de me convaincre que Signoret avait pris le mâle pour la femelle et réciproquement. Bien que mes échantillons fussent dans un état de conservation assez peu satisfaisant et que les tissus se prêtassent mal à des observations microscopiques, j'ai pu aisément reconnaître, dans les individus considérés comme des mâles par Signoret, l'existence d'œufs. Ces œufs, au nombre de trois ou quatre dans chaque femelle, sont relativement volumineux; ils sont presque ovoïdes, aplatis sur une face; leur longueur est de $0^{mm},8$, leur largeur de $0^{mm},5$. Quoique assez mal conservés, ils montraient de gros éléments vitellins très nets. D'ailleurs la simple inspection des armures génitales fait aisément reconnaître le sexe; car elles répondent bien à la description classique des organes copulateurs des Hémiptères. L'armure génitale chez la femelle est située à la face ventrale; les pièces qui la constituent présentent, dans leur ensemble, une grande analogie avec celles de l'armure, décrite et figurée par M. de Lacaze-Duthiers chez la Cigale. On y trouve, en effet, une tarière bien développée (de $0^{mm},7$ de longueur) dont l'extrémité est garnie de dents et forme un organe comparable aux *limes*. En ce qui concerne les détails, on remarque que les sternorhabdites, formant les valves du fourreau, sont plus longues que chez la Cigale, que les épisternistes sont moins larges et un peu plus longs, en forme de lames minces, élargies à l'extrémité libre, où ils portent quelques soies raides, que les épimérites sont larges et que les tergites triangulaires portent également de nombreuses soies. Il ne peut donc pas y avoir le moindre doute sur la nature de cette armure et sur le sexe des individus qui la possèdent.

» L'armure génitale du mâle est placée sur la face dorsale; elle se présente comme un espace quadrilatère clair, formant une petite tache blanche à l'extrémité de l'abdomen. N'ayant disséqué qu'un seul mâle, je n'ai pas pu m'édifier complètement sur la structure de cet appareil; d'ailleurs Signoret en a donné une figure exacte, tout en le considérant comme l'armure génitale de la femelle.

» Il ne paraît pas y avoir d'autres différences sexuelles externes, sinon que l'abdomen est un peu plus large et plus épais chez la femelle, plus aplati, au contraire, chez le mâle.

» Je n'ai rapporté de Jersey qu'un très petit nombre d'échantillons de

cet intéressant Hémiptère : aussi n'ai-je pu faire aucune observation sur la disposition des organes internes, qui, d'ailleurs, étaient mal conservés.

» L'*Æpophilus* vit dans les mêmes conditions que les Coléoptères marins du genre *Æpus* (1), c'est-à-dire sous des pierres fortement adhérentes au sol; mais leur corps est à peine recouvert de quelques poils tres fins, incapables d'emmagasiner une provision d'air, si faible qu'elle soit. Je n'ai d'ailleurs jamais remarqué la moindre bulle d'air sur son corps. Il faut donc bien admettre que cet animal peut rester complètement privé d'air quand il est recouvert par l'eau et ne respire que pendant le moment de la basse mer. A marée haute, il reste sans doute engourdi, dans un état de mort apparente, comme les *Æpus* que Coquerel avait maintenus dix-huit heures sous l'eau.

» J'ai trouvé l'*Æpophilus* à Jersey, dans la baie de Saint-Clément, vis-à-vis du rocher de *la Mothe* dans les graviers, et sur des points de la côte qui découvrent à toutes les marées. On le rencontre assez profondément, sous des pierres, où il paraît se tenir immobile pour courir avec rapidité dès qu'on soulève le bloc qui le recouvre. Dans ces mêmes graviers, j'ai trouvé plusieurs Vers non encore déterminés, appartenant aux genres *Nereis*, *Cirratulus* et *Terebella*, des *Sipunculus nudus*, des *Nœsea bidentata*, des *Gammarus marinus* et plusieurs autres Amphipodes communs, mais je n'ai jamais trouvé d'*Æpus*. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur une cirrhose veineuse du lapin provoquée par le* Cysticercus pisiformis (auct.) *et, à ce propos, sur l'origine embolique de certaines cellules géantes.* Note de M. Laulanié, présentée par M. Bouley.

« Les faits dont je vais donner une description sommaire m'ont été révélés par l'étude d'une cirrhose veineuse, déterminée, chez le lapin, par le *Cysticercus pisiformis*.

» Le foie, envahi par les parasites, est très sensiblement hypertrophié, dur et compact. Sa substance est parcourue par des traînées sinueuses, étroites, peu étendues en longueur et quelquefois ramifiées. Elles offrent

(1) Je ne veux parler que des types non pélagiques. Il existe, dans le *Scientific Report* des dragages du *Challenger*, un travail sur les Hémiptères marins. Mais il ne s'agit que d'espèces pélagiques, qui, par conséquent, n'ont rien de commun avec l'*Æpophilus* ou l'*Æpus*.

au centre une couleur gris transparent, qui semble indiquer la présence d'un liquide, et sur les bords une marge linéaire de nuance jaunâtre.

» Ces traînées ne sont autre chose que les galeries du Cysticerque, et il est facile d'en dégager le parasite par une dissection fine. L'animal apparaît alors sous la forme d'un sac allongé, offrant à l'une des extrémités un point blanchâtre, dans lequel on reconnaît facilement la tête du jeune Cestode. Il présente le plus souvent un étranglement moyen qui le divise en deux poches et donne à l'ensemble la figure de certaines vessies natatoires. J'insiste sur ce détail, parce que, dans sa remarquable étude sur les Cysticerques, M. Moniez le signale exclusivement sur le *Cysticercus pisiformis* du foie et paraît en avoir été très frappé ([1]). Je n'ai trouvé de crochets que sur le premier des individus que j'examinai. Ils étaient très grands (visibles facilement avec l'objectif n° 2 de Verich) et complets.

» Sur la plupart des préparations (coupes minces après durcissement), on trouve la section d'un ou deux parasites, surpris *in situ* dans leur galerie. Or, et c'est là un détail décisif, je peux affirmer que *cette galerie est constamment un vaisseau veineux sous-hépatique*. Comme ce point est encore en litige parmi les helminthologistes, il faut l'établir par une démonstration péremptoire. Les fragments du parasite occupent invariablement le centre d'une masse sanguine coagulée, bien reconnaissable au réticulum fibrineux et aux globules sanguins qui la composent. Elle adhère en quelques points aux parois du vaisseau, qui ont d'ailleurs subi des altérations graves; à la périphérie on retrouve quelques fibres musculaires offrant les signes évidents d'une dégénérescence vitreuse. Plus près du centre, la paroi veineuse est complètement modifiée par une prolifération très abondante de cellules embryonnaires, qui s'accumulent de plus en plus au voisinage de la lumière du vaisseau, deviennent indépendantes par la disparition complète de la substance fondamentale, et forment au contact même du caillot une couronne pseudopurulente qui se trahit à l'œil nu par la double marge jaunâtre déjà signalée. Ces phénomènes donnent lieu, dans toute l'étendue de la sphère d'action du vaisseau sous-hépatique oblitéré, à l'établissement d'une cirrhose veineuse, mono ou multilobulaire, qui affecte deux caractères exceptionnels. Les productions conjonctives qui remplissent les espaces et les fissures-portes sont, en effet, remarquables : 1° par la multiplicité de leurs vaisseaux capillaires et l'ectasie dont ils sont le siège; 2° par la présence d'un nombre variable de cellules géantes qui

([1]) R. Moniez, *Essai monographique sur les Cystieerques*. Octave Doin, éditeur.

atteignent parfois un volume énorme et ne paraissent obéir, dans leur distribution, à aucune loi saisissable.

» En ce qui touche le mode de formation de ces *riezenzellen* d'un nouveau genre, il faut d'abord faire la remarque très importante qu'un grand nombre des capillaires ectasiés de la cirrhose sont occupés par des coagulums microscopiques, formés de globules et de fibrine réticulaire. Ce sont probablement des caillots migrateurs, de véritables embolies arrachées au caillot principal formé au contact et sous l'influence du parasite.

» Cette présomption est transformée en certitude par certaines cellules géantes qui portent en elles la cause de leur développement.

» Ces *riezenzellen* révélatrices sont, en effet, creusées d'une cavité centrale, à contours très nets, qui donne à l'élément la forme d'un diaphragme. Dans cette cavité, souvent vide, on trouve parfois un petit caillot fibrineux plus ou moins riche en globules sanguins, auquel il faut évidemment attribuer la formation de la cellule géante qui l'englobe. En ce qui touche la provenance de ce caillot provocateur, il est admissible qu'il a été arraché du caillot parasitaire et apporté dans les petits vaisseaux; car, s'il s'était formé *in situ*, il remplirait entièrement la lumière de ces vaisseaux.

» D'autre part, si ces caillots n'avaient pas cette origine accidentelle, ils devraient accompagner habituellement les cellules géantes dans les circonstances variées où celles-ci se produisent. Enfin, s'ils se formaient dans le capillaire, on y constaterait une altération préalable de l'endothélium qui est absolument intact. Il encadre très étroitement les *riezenzellen* qui n'en sont séparées que par un très faible espace coronaire. Cette circonstance ne laisse pas que d'embarrasser pour l'explication de la genèse des cellules géantes emboliques. Tout ce que l'on sait des *riezenzellen* autorise en effet l'opinion qu'elles sont le résultat de l'agrégation d'éléments préexistants, issus d'une prolifération morbide et affectant, le plus ordinairement, les caractères des cellules dites *épithélioïdes*. Or, ces éléments font entièrement défaut; l'endothélium vasculaire, qui aurait pu leur donner naissance, n'est pas sorti de sa torpeur génésique et n'offre pas la moindre altération annonçant sa participation à la formation des *riezenzellen*. Je crois que, à défaut de cellules épithélioïdes, les leucocytes eux-mêmes se sont agrégés pour former des cellules géantes. J'incline d'autant plus vers cette manière de voir que la cirrhose parasitaire dont il s'agit ici offre, en certains points, l'exemple de cellules géantes formées encore en dehors de l'intervention des cellules épithélioïdes. Ces cellules géantes existent dans les divisions de la veine-porte où résident les Cysticerques. Elles forment

entre le caillot parasitaire et la ceinture embryonnaire ou purulente une zone intermédiaire discontinue (¹). Ici encore pas de traces de formations épithélioïdes, mais, en revanche, une masse compacte et circulaire de jeunes éléments, fixant très énergiquement le carmin et paraissant faire le siège du caillot pour en amener la résorption. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Hypertrophie des cônes à bourgeons (maladie de la loupe) du Caroubier*. Note de M. L. SAVASTANO, présentée par M. P. Duchartre.

« Mes recherches sur la maladie de *la loupe* de l'Olivier (Maladie *du clou* ou *de la rogne* des Italiens) m'ont amené à reconnaître sur le Caroubier une maladie qui présente des affinités avec celle de l'Olivier; cette maladie a de l'intérêt au point de vue de la nosologie végétale; mais, heureusement, elle n'est qu'individuelle et ne présente pas les caractères alarmants d'une épidémie. Je l'ai étudiée sur les Caroubiers de la région vésuvienne et de la péninsule sorrentine.

» *Formation normale des cônes à bourgeons.* — Pour connaître la marche de ce mal, il faut étudier d'abord le développement normal d'un cône à bourgeons du Caroubier. Cet organe spécial, peu ou point connu, a beaucoup d'analogie avec la bourse du Poirier. A l'aisselle d'un rameau, sur des pieds surtout âgés (le Caroubier fructifie très tard), il se produit un bourgeon qui, s'il est à bois, développera un rameau l'année suivante et, s'il est à fleurs, donnera, la troisième année, une ou deux inflorescences, rarement fructifères. En même temps commence à se former le cône à bourgeons qui, dans les années suivantes, émettra toujours les nouvelles inflorescences. Un cône peut en produire successivement dix et même davantage sur les rameaux très vigoureux; il s'élargit tout en ne s'exhaussant que de quelques millimètres; son cycle de production s'étend de 15 à 25 ans, selon la vigueur de l'arbre; après quoi il est rare qu'il produise quelque autre inflorescence : sa production terminée, il est résorbé.

» Lorsque les fruits commencent à se développer, le rachis se lignifie; il a pour base un petit cône, sorti du cône à bourgeons. Un petit bour-

(¹) Ce n'est pas la première fois que j'observe des faits pareils. J'ai dans ma collection des préparations de lymphadénome pulmonaire où l'on peut voir des infarctus ou des coagulums complètement entourés par une couronne continue de cellules géantes.

relet sépare le rachis et ce petit cône. A l'époque de la chute des fruits (septembre, octobre), dans le bourrelet, il vient de se produire un tissu de désarticulation : le rachis se détache et il reste le petit cône dont les tissus, à demi vidés dès cette époque, se videront ensuite complètement et seront résorbés. On voit donc que chaque cône à bourgeons, pendant son cycle de production, émet beaucoup de petits cônes et d'inflorescences qui ensuite seront tous résorbés.

» *Développement morbide des cônes à bourgeons.* — Chaque cône, à sa troisième année, quelquefois même dès la seconde, produit en août, septembre, une ou deux inflorescences. Mais, dès que les fruits naissants commencent à se développer, ils se flétrissent et le rachis se désarticule au niveau du bourrelet basilaire (octobre, novembre). Le petit cône qui a émis l'inflorescence, au lieu d'être résorbé, comme dans le cas normal, s'accroît. Dans les années suivantes, il sort de nouvelles inflorescences qui ont le même sort que les précédentes et desquelles il est rare que proviennent quelques fruits très minces. Les petits cônes se comportent de même que les premiers et, chaque année, deviennent plus gros. Le nombre des inflorescences ainsi produites augmente chaque année et arrive quelquefois jusqu'à une cinquantaine; mais elles sont mal développées, et se flétrissent au bout d'environ un mois. Puis leur production diminue rapidement, jusqu'à cesser entièrement. Le cône fondamental ne cesse pas pour cela de grandir et devient ainsi une sorte de loupe que j'ai vue quelquefois mesurer $0^m,40$ à $0^m,50$ de périphérie et $0^m,06$ à $0^m,10$ de hauteur.

» La maladie, une fois déclarée sur un rameau, atteindra successivement tous les cônes qui en proviendront; mais sur un même arbre, avec des branches malades, il y en a de saines qui donnent beaucoup de fruits. Les jeunes pieds ne m'ont jusqu'à présent montré aucun cas de cette maladie, tandis que sur les pieds vigoureux j'ai vu les loupes prendre un plus fort développement que de coutume. Jusqu'à présent je n'ai pas rencontré de loupes ayant une autre origine que des cônes à bourgeons.

» *Examen des tissus pathologiques.* — L'écorce des loupes s'épaissit chaque année, jusqu'à mesurer $0^m,10$ à $0^m,15$ d'épaisseur, c'est-à-dire plusieurs fois l'épaisseur de l'écorce normale, et ses tissus deviennent en même temps presque charnus en prenant une teinte rosée.

» Les couches ligneuses se comportent de même, tout en gardant un peu plus de consistance. Plus tard, le tissu ligneux devient tout creux et les couches corticales s'enfoncent dans ses cavités. La dégénération se borne au cône : elle n'attaque pas les couches corticales voisines et, dans les

couches ligneuses, elle ne dépasse pas le niveau où les faisceaux fibro-vasculaires du cône pénètrent dans le rameau.

» Ce qui étonne, à l'examen microscopique, c'est d'abord la production extraordinaire de nouveaux éléments, leur grandeur et leur disposition désordonnée. Les fibres du liber, plus larges que dans l'écorce saine, ne sont pas toujours disposées comme dans l'état normal, pendant la première année, et, dès la seconde année, le désordre y devient incroyable. Dans le bois, il ne se forme plus ni vaisseaux ni fibres, mais un tissu uniforme de cellules grandes et irrégulières. Les rayons médullaires ne restent pas rectilignes, mais se courbent diversement. Dans le tissu, on trouve à l'œil nu de petits points dont les uns sont presque violets, situés surtout dans le tissu âgé et consistant en groupes de cellules à parois colorées, dont les autres sont jaunes et formés de cellules à contenu gommeux.

» *Examen microchimique.* — Dès la première année de la maladie du cône, il s'opère une accumulation de tannin qui augmente sans cesse dans les années suivantes. Dès cette première année, on n'observe plus la réaction de la fluoglucine, ce qui prouve que la lignification vient d'être troublée et rend compte de la consistance charnue des tissus. A la quatrième ou cinquième année, on commence à obtenir, avec l'acide chlorhydrique, une coloration rouge vineux en petites taches, que ce réactif détermine plus nettement d'année en année. C'est la paroi cellulaire qui prend cette couleur, et les petites taches sont les groupes violets qui commencent à se former.

» *Étiologie.* — La maladie de la loupe des Caroubiers ne peut être attribuée : ni 1° au pourridié des racines, puisque des pieds qui en sont atteints ou en meurent ne présentent pas de loupes ; ni 2° à la fécondation manquée, puisque des pieds sans fruits ne présentent pas de loupes; ni 3° à des causes externes (vents, gelée, grêle), puisque, dans un groupe d'arbres, les uns sont atteints et les autres restent sains, et qu'il en est de même pour les branches d'un même arbre; ni 4° à des parasites végétaux ou animaux, puisque je n'en ai jamais observé; ni 5° aux groupes de cellules à contenu gommeux, non seulement parce qu'ils sont inconstants, mais encore parce qu'on en voit aussi dans les parties saines de l'arbre.

» En résumé, cette maladie consiste en une hypertrophie totale du cône à bourgeons, qui est individuelle ou même partielle pour un même pied, et dont la cause ne nous est pas plus connue que celle de presque toutes les maladies des végétaux qui ne sont causées ni par de vrais parasites ni par d'autres actions externes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur actuelle des éléments magnétiques à l'observatoire du Parc Saint-Maur.* Note de M. TH. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

« Le Bureau central météorologique a fait construire à l'observatoire du Parc Saint-Maur, en 1882, un pavillon destiné spécialement aux observations magnétiques. Ce pavillon, situé au milieu d'un terrain boisé d'une contenance de trois hectares, est élevé sur des caves voûtées où sont installées deux séries d'appareils de variations pour la déclinaison et pour les deux composantes de la force terrestre. Dans l'une des caves, les appareils sont disposés pour l'observation directe; on y fait des lectures toutes les trois heures. L'autre contient un enregistreur magnétique construit sur les indications de M. Mascart, et dans lequel les variations des trois éléments magnétiques s'inscrivent simultanément sur la même feuille de papier photographique. D'après les dispositions adoptées, 1^{mm} d'ordonnée de la courbe vaut pour le déclinomètre 1',39, pour le bifilaire 0,00048H et pour la balance magnétique 0,00017Z. Ces valeurs sont vérifiées régulièrement une fois par mois.

» Le dépouillement des courbes est fait pour chaque heure du jour; les Tableaux qui en résultent permettent de suivre la variation horaire des éléments magnétiques. Les relevés des courbes sont ensuite transformés en valeurs absolues, par comparaison avec les observations directes faites de temps en temps sur un pilier construit en moellons et ciment, à quelque distance du pavillon. Afin de s'assurer que le pavillon et le pilier sont à l'abri de perturbations locales, on a répété les mêmes observations en différents points du jardin; les appareils ont même été transportés au nord à 1^{km}, et au sud à 2^{km} du pilier, sur la ligne d'égale déclinaison qui passe par l'observatoire du Parc, et l'on a pu constater la concordance parfaite des résultats obtenus dans ces différentes conditions.

» L'appareil qui sert à déterminer la déclinaison en valeur absolue est un théodolite-boussole de MM. Brunner. Les pointés des barreaux sont rapportés à une double visée sur le paratonnerre de la mairie de Nogent-sur-Marne, distante de 3700^{m}, et dont l'azimut, vérifié un grand nombre de fois et par différentes méthodes, est connu très exactement.

» Le théodolite-boussole est muni de pièces accessoires qui permettent de déterminer le rapport de la composante horizontale H au moment magnétique M du barreau, au moyen des déviations produites par ce même

barreau sur un autre aimant; le produit HM est d'ailleurs donné par la durée des oscillations. Au lieu d'observer les déviations produites par le barreau à deux distances différentes, on peut se borner aux lectures relatives à la plus courte distance, si le terme de correction dont la recherche constitue la principale difficulté dans la méthode de Gauss a été déterminé préalablement pour chaque barreau, comme l'a indiqué M. Mascart [1]; toutefois les observations sont fréquemment répétées pour une seconde distance, à titre de contrôle.

» L'inclinaison est obtenue à l'aide d'une petite boussole construite également par MM. Brunner. Les cercles ont environ $0^m,08$ de diamètre, et la longueur de l'aiguille est seulement de 65^{mm}. Le cercle vertical, mobile autour de son centre, entraîne dans son mouvement deux miroirs concaves disposés vers les extrémités d'un de ses diamètres. Pour faire un pointé, on amène ces miroirs derrière les extrémités de l'aiguille, de façon qu'en regardant au microscope on voie en même temps, sur le prolongement l'une de l'autre, l'aiguille et son image réfléchie. Une détermination complète comporte nécessairement toutes les observations destinées à annuler les erreurs instrumentales. Cette boussole est si parfaite que les lectures avant et après les divers retournements de l'appareil ou de l'aiguille et l'inversion des pôles ne diffèrent jamais de plus de quelques minutes.

» Les coordonnées géographiques de l'observatoire du Parc Saint-Maur sont :

Longitude..... 0°9′15″E. Latitude...... 48°48′34″

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1885, déduites de la moyenne des observations horaires du 31 décembre 1884 et du 1er janvier 1885, qui n'ont pas eu de perturbation, sont les suivantes :

Déclinaison	16°10′,2
Inclinaison...................	65°16′,8
Composition horizontale	0,19440
Composante verticale..........	0,42225
Force totale..................	0,46485

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 232; 1884.

GÉOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre de l'Andalousie du 25 décembre 1884 et semaines suivantes.* Lettre de M. **Macpherson** à M. Daubrée.

« Un premier tremblement de terre a eu lieu le 22 décembre dans la région occidentale de l'Espagne, principalement en Galice et en Portugal.

» Un second tremblement de terre, sans doute en relation avec le premier, se produisit trois jours après, dans la soirée du 25 décembre. Il fut, comme on sait, très violent. Des mouvements se sont faits journellement sentir depuis lors et continuent encore aujourd'hui.

» La surface affectée s'étend de Cadix au cap de Gate et depuis Malaga à la cordillère Carpetana. Le maximum d'intensité a eu lieu dans la région comprise entre la serrania de Ronda et la sierra Nevada.

» Les terrains archéens de la Péninsule ont été, sauf de rares exceptions, ployés et contournés, avec une constance extrêmement remarquable, du nord-est au sud-ouest : on peut citer comme type la cordillère Carpetana, qui traverse la Péninsule dans presque toute son étendue.

» Postérieurement à ce plissement, qui est antérieur aux époques paléozoïques, les sédiments cambriens et siluriens se sont formés; puis ils ont été, à leur tour, pliés suivant nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire perpendiculairement aux premiers.

» Le versant méditerranéen de l'Andalousie présente deux grandes masses principalement formées de terrains cristallins : l'une est la serrania de Ronda, l'autre la sierra Nevada; ces deux chaînes constituent une série de plis et de fractures orientées nord-est au sud-ouest. L'espace intermédiaire qu'elles laissent entre elles est occupé par des dépôts paléozoïques, secondaires et tertiaires.

» Vers la moitié de cet espace et au milieu des dépôts plus récents, affleure, comme une île, une chaîne montagneuse qui se dirige du nord-ouest au sud-est et porte les noms de sierra Tejea et Almijara. Composée aussi de roches cristallines, elle est plissée, de même que les autres masses cristallines, suivant l'orientation du nord-ouest au sud-est, de manière que cette masse paraît comme un segment détaché des massifs adjacents, qui sont analogues. Les régions les plus éprouvées se trouvent sur les failles qui terminent le massif cristallin de la sierra Tejea et Almijara.

» Il est aussi très digne d'attention que, dans la région qui nous occupe, les terrains tertiaires sont coupés par d'innombrables failles, et que, sans perdre leur horizontalité, ils ont été portés à plus de 1000^m d'altitude, au voisinage même de la côte actuelle.

» Dans un pays où l'heure exacte est mal connue, il est difficile de savoir si l'ébranlement a réellement commencé dans les profondeurs de la sierra Tejea et Almijara, où l'action s'est produite avec son maximum d'intensité. »

M. **Daubrée**, à l'occasion de la Communication de M. *Macpherson*, ajoute les observations suivantes :

« La péninsule ibérique présente plusieurs centres de commotions souterraines, qui sont particulièrement actifs. Telles sont les Pyrénées qui, tant sur le versant espagnol que dans la région française, sont très fréquemment ébranlées. Lisbonne est un autre centre d'ébranlement bien connu, non seulement par le désastreux tremblement de terre qui, le 1er novembre 1755, s'étendit dans une partie de l'Europe, de l'Afrique et des deux Amériques, mais par bien d'autres. La région méridionale qui avoisine la sierra Nevada, et dont une partie vient d'être si rudement secouée, est particulièrement remarquable à ce point de vue.

» Le Catalogue précieux, dont la Science est redevable au dévouement d'Alexis Perrey, en fournit des preuves. Sans remonter bien au delà d'un siècle, on peut signaler les dates suivantes : 1775, 1777, 16 octobre, pour Malaga; 1778; 1783, 29 octobre, avec éboulements dans la montagne des Mores, près Albubudin; 1790, 8, 9 et 10 octobre, secousses sur la côte méridionale, particulièrement à Malaga et à Carthagène, en même temps que sur la côte septentrionale d'Afrique; 1802, 17 janvier, à Torre-la-Mata et à Torrevieja, secousses qui ont duré jusqu'au 6 février suivant; 1804, 13 et 21 janvier, 6 et 16 février, 20 août et du 22 au 28 du même mois, fortes secousses, tant à Malaga qu'à Motril et divers lieux de la province de Grenade; 1822, 9 juillet, aux environs de Grenade; 1823, 10 janvier, à Carthagène, Alicante, Murcie, où les chocs se sont répétés plus de 200 fois en vingt-quatre heures; 1826, 27 avril, à Grenade, commencement des secousses qui se sont fréquemment renouvelées jusqu'en juillet suivant, et dont quelques-unes ont été très violentes, notamment le 17 mai et un peu plus tard, le 14 décembre; 1828, 13, 14 et 15 septembre, agitation dans la province de Murcie, dont le foyer principal est sur la côte, aux villages de

Torrevieja et Guardamar; 1829, 15 janvier; le 21 mars de cette même année, secousses très violentes qui causèrent, dans la vallée de la Segura et dans la province de Valence, la ruine de 3000 maisons et la mort de 389 personnes; on en compta 40 à 50 par jour jusqu'au 26 du même mois, et elles continuèrent jusqu'au 16 avril; 1836, 15 janvier, 19 février, à Gibraltar; 21 novembre, à Grenade et environs; 1841, 4 août, à Séville et à Malaga; 1845, 14 avril, dans la province de Murcie.

» Les tremblements de terre actuels sont donc la continuation d'une nombreuse série de phénomènes analogues, qui ont attristé la même région et les régions voisines. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le mouvement ascendant observé dans certaines trombes.* Note de M. E. **Vibert**, présentée par M. Faye.

« L'existence d'un mouvement ascendant, dans certaines trombes, a été si régulièrement constatée par ceux qui ont décrit ces phénomènes en mer; elle est, d'autre part, si évidente dans les trombes de poussière qui se forment sur les grandes routes, qu'il est impossible de ne pas l'admettre.

» D'un autre côté, M. Faye, dans son remarquable travail sur les trombes (*Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1875), a établi, d'une manière irréfutable, que ces météores sont constitués par un mouvement gyratoire à marche descendante : il est également impossible de ne pas être de son avis.

» Nous croyons faire disparaître cette divergence, en démontrant que les deux mouvements, descendant et ascendant, peuvent et doivent même coexister, à un moment donné, dans certaines trombes.

» Il nous suffira, pour cela, d'observer les tourbillons qui se forment dans les cours d'eau. Si la gyration est puissante, comme on peut l'observer en aval des piles de ponts, sur les fleuves rapides, comme le Rhône, on voit cet axe se creuser, au point de former un véritable entonnoir, avec sa partie évasée se continuant au centre, sous la forme d'une *gaine creuse* à direction verticale et plus ou moins profonde.

» On peut d'ailleurs reproduire ce phénomène en faisant arriver, obliquement et sous une forte pression, un jet d'eau dans un bassin. On voit alors se former des tourbillons qui se creusent et forment des entonnoirs allongés, dans lesquels s'engouffre, avec un bruit rauque, de l'air qui va sortir un peu plus loin sous forme de grosses bulles.

» Ceci étant donné, si nous faisons appel à la ressemblance qui existe

entre les mouvements tourbillonnaires des liquides et ceux de l'atmosphère, il nous semble que ce ne sera pas forcer l'analogie que de considérer certaines trombes comme des tourbillons d'air à *axe creux*.

» Nous pouvons admettre, d'après la violence de leur mouvement gyratoire, que les courants qui leur donnent naissance, dans les hautes régions de l'atmosphère, doivent être très puissants et qu'ils peuvent réaliser ainsi, par conséquent, les conditions dans lesquelles nous voyons se former, dans les cours d'eau, les tourbillons à *axe creux*.

» Cela établi, nous considérerons certaines trombes, non plus comme des colonnes pleines, mais bien comme des colonnes creuses, des tubes en un mot, agissant par leur extrémité inférieure, sur le sol, non plus comme une tarière, mais comme une scie cylindrique creuse en forme de trépan.

» En disant que certaines trombes peuvent être constituées par un tube, nous devons observer que ce tube se termine en pointe tant que cette extrémité inférieure n'a pas atteint le sol : il en résulte que, au début, elles affouillent bien le terrain à la façon d'une tarière; mais, un peu plus tard, quand cette pointe s'est coupée au contact du sol, la portion qui lui succède, par suite de la tendance du météore à s'allonger, se présente sous la forme d'un tube. C'est alors que la scène change, au point de vue des effets ultérieurs du phénomène.

» Tandis que les produits du taraudage opéré par une tige pleine sont tous déversés en dehors d'elle, ceux d'un trépan étroit sont, les uns rejetés en dehors de lui, les autres emprisonnés dans l'intérieur du tube qui le constitue. Les premiers forment la couronne de poussière que l'on observe à l'extrémité inférieure des trombes. Les seconds, à mesure qu'ils s'accumulent dans l'intérieur de la gaine où les retient la barrière que leur oppose le sol, sont forcés de s'élever dans cette cavité tubulaire, sous la forme d'une colonne véritablement ascendante qui monte en tourbillonnant sur elle-même.

» Nous n'avons jamais vu de trombes en mer, mais nous avons souvent observé les trombes de poussière qui se produisent sur les routes : leur manière de se comporter nous a toujours paru s'adapter à l'explication que nous venons de donner. Nous avons constamment vu ces petites trombes commencer par un mouvement tumultueux et gyratoire de la poussière, qui forme bientôt un nuage poudreux ayant grossièrement l'aspect d'une couronne un peu aplatie, tournoyant sur le sol en se déplaçant, et du centre de laquelle s'élève, en s'allongeant verticalement, une colonne de poussière que nous avons vue atteindre la hauteur d'un troisième étage, avec un diamètre régulier qui variait de $0^{m},3$ à $0^{m},5$, suivant les trombes.

Quand le phénomène s'était dissipé, cette poussière retombait au gré du vent. »

M. A. **Amigues** annonce qu'il a pu constater que la formule donnée par lui, dans sa Note du 29 décembre 1884, « Sur une série analogue à celle de Lagrange », se trouve dans le Cours professé par M. Hermite à l'École Polytechnique (2e semestre, 1881-1882).

M. A. **Poincaré** adresse les schémas des mouvements atmosphériques entre le 30e degré nord et le 80e degré sud, les 8 février 1880 et 30 novembre 1879, d'après les Cartes isobares dressées par M. Léon Teisserenc de Bort.

Ces schémas font suite à deux autres que M. Poincaré avait adressés récemment, pour l'est de la France. L'auteur annonce qu'il prépare des Cartes simplifiées des mouvements dans ces quatre régimes d'hiver.

M. **Jeannolle** adresse une Note relative à l'emploi des courants électriques pour obtenir la désincrustation ou la non-incrustation des chaudières à vapeur.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

ERRATA.

(Séance du 5 janvier 1884).

Pages.	Lignes.	Au lieu de	Lisez.
29	24	26,25	26,95
30	7	433,5	443,5
30	8	22,9	23,4
30	8	53,3	53,1
30	10	22,9	23,4
30	13	22,9	23,4
30	13	$-(3+x)$	$-(2,5+x)$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JANVIER 1885

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la limite d'exactitude des formules différentielles employées dans la réduction des observations méridiennes;* par M. M. Lœwy.

« Pour éviter des complications très sérieuses dans la réduction des observations méridiennes, on se sert, pour tenir compte de l'effet des constantes instrumentales, de formules approchées dans lesquelles interviennent la latitude du lieu, la déclinaison de l'astre, les coordonnées de l'axe instrumental relatives à l'équateur et à l'horizon, et la collimation. L'exactitude des formules approchées dépend donc de la latitude, de la déclinaison de l'astre et de la grandeur de ces erreurs instrumentales. Il était intéressant d'examiner quelle est la limite des grandeurs que peuvent atteindre les données instrumentales pour que l'erreur de réduction reste négligeable et n'affecte pas les observations d'une quantité sensible. Aujourd'hui que, dans divers observatoires, notamment Paris, Lyon, Kew, etc., on entreprend des recherches sur les étoiles polaires,

cette étude est devenue nécessaire, car l'effet de la désorientation du plan instrumental par rapport au méridien et l'effet de la collimation deviennent d'autant plus sensibles qu'on se rapproche de la région polaire. Il faut donc être certain de ne pas introduire dans les réductions des inexactitudes tenant aux formules dont on se sert et disposer d'un critérium qui permette de savoir si dans les calculs on atteint la rigueur nécessaire. En général, on admet que l'erreur de réduction ε qu'on peut commettre doit être dans un certain rapport avec l'erreur d'observation ε', c'est-à-dire que l'accroissement de cette dernière permettra d'adopter pour l'autre erreur une valeur plus forte, pourvu toutefois que l'erreur de réduction soit d'ordre inférieur en petitesse à celle d'observation. L'erreur provenant des termes qu'on néglige, comme on le verra plus loin dans l'emploi des formules approchées, croît beaucoup plus rapidement que l'erreur commise dans l'observation des étoiles circompolaires. Il est donc nécessaire de fixer, par des règles simples et pour chaque région du ciel, la limite de grandeur des éléments pour lesquels l'usage des formules approchées est encore permis.

» Soient respectivement

β et n les inclinaisons de l'axe instrumental au-dessus de l'horizon et de l'équateur;

α et m la déviation azimutale du plan instrumental par rapport au méridien, comptée dans l'horizon et dans l'équateur;

c la collimation;

τ l'angle horaire de l'observation;

δ la déclinaison de l'astre.

» Alors on a, comme on sait, les formules rigoureuses de réduction suivantes :

$$\sin(\tau - m) = \sin c \operatorname{séc} n \operatorname{séc} \delta + \operatorname{tang} n \operatorname{tang} \delta, \tag{1}$$

$$\sin n = \sin\varphi \sin\beta - \cos\varphi \cos\beta \sin\alpha, \tag{2}$$

$$\sin m \cos n = \cos\varphi \sin\beta + \sin\varphi \cos\beta \sin\alpha. \tag{3}$$

» A ces équations on substitue dans la pratique les expressions approchées

$$\tau - m = n \operatorname{tang}\delta + c \operatorname{séc}\delta,$$

$$n = \beta \sin\varphi - \alpha \cos\varphi,$$

$$m = \beta \cos\varphi + \alpha \sin\varphi.$$

» Pour se livrer à cette enquête, il faut connaître *a priori* deux éléments nécessaires à la discussion : le degré d'exactitude qu'on veut apporter dans les calculs de réduction et le rapport qui doit exister entre les deux quantités ε et ε'. A mesure qu'on se rapproche du pôle, l'erreur d'observation augmente, mais la loi de cet accroissement n'est pas encore complètement déterminée. Pour le but que nous poursuivons, nous pouvons admettre que cette loi se trouve représentée par ε' séc δ, ε' désignant l'erreur commise dans l'estime du passage d'une étoile équatoriale.

» Nous allons maintenant chercher la valeur des termes principaux négligés lorsqu'on substitue les formules rigoureuses aux formules approchées. En examinant d'abord l'équation (1) et en remplaçant les fonctions trigonométriques par leurs valeurs angulaires, conservant seulement les termes qui dépendent du carré et du cube des éléments, nous aurons

$$(\tau - m) - \frac{(\tau - m)^3}{6}\sin^2 1'' = \left(c - \frac{c^3}{6}\sin^2 1''\right)\left(1 + \frac{n^2}{2}\sin^2 1''\right)\text{séc}\,\delta + \left(n + \frac{n^3}{3}\sin^2 1''\right)\text{tang}\,\delta$$

ou

$$(\tau - m) = n\,\text{tang}\,\delta + c\,\text{séc}\,\delta + [(\tau - m)^3 + (3cn^2 - c^3)\,\text{séc}\,\delta + 2n^3\,\text{tang}\,\delta]\frac{\sin^2 1''}{6}.$$

Pour que l'emploi des formules approchées soit encore applicable, il faut que le terme principal qu'on néglige dans la réduction

$$[(\tau - m)^3 + (3cn^2 - c^3)\,\text{séc}\,\delta + 2n^3\,\text{tang}\,\delta]\frac{\sin^2 1''}{6}$$

soit

$$\leqq \varepsilon\,\text{séc}\,\delta$$

ou bien

$$(\tau - m)^3 + (3cn^2 - c^3)\,\text{séc}\,\delta + 2n^3\,\text{tang}\,\delta \leqq \frac{6\varepsilon\,\text{séc}\,\delta}{\sin^2 1''}.$$

En introduisant dans cette dernière expression, pour $\tau - m$, la valeur $n\,\text{tang}\,\delta + c\,\text{séc}\,\delta$, on ne commettra qu'une erreur du quatrième ordre; on obtiendra ainsi

$$\text{séc}\,\delta\,[n^3\sin\delta(1 + \text{séc}^2\delta) + 3cn^2\,\text{séc}^2\delta + 3nc^2\,\text{tang}\,\delta\,\text{séc}\,\delta + c^3\,\text{tang}^2\delta] \leqq \frac{6\varepsilon\,\text{séc}\,\delta}{\sin^2 1''};$$

par conséquent,

$$n^3\sin\delta(1 + \text{séc}^2\delta) + 3cn^2\,\text{séc}^2\delta + 3nc^2\,\text{tang}\,\delta\,\text{séc}\,\delta + c^3\,\text{tang}^2\delta \leqq \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''},$$

et, en posant $\frac{n}{c} = \gamma$, on aura

$$(A)\quad \left\{\begin{array}{l} c^3[\gamma^3 \sin\delta(1 + \text{séc}^2\delta) \\ \quad + 3\gamma^2 \text{séc}^2\delta + 3\gamma \tang\delta \text{ séc}\delta + \tang^2\delta] \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''}. \end{array}\right.$$

On reconnaît immédiatement que le premier membre de l'équation s'agrandit indéfiniment à mesure que l'on approche du pôle, et l'on voit que l'emploi des formules différentielles sera tout à fait interdit dans le voisinage du pôle, malgré l'erreur de réduction $\varepsilon \text{ séc}\delta$ que nous avons admise et qui croît aussi d'une manière indéfinie à mesure qu'on arrive près du pôle. A l'aide de l'expression (A), on trouvera, pour chaque valeur de γ choisie arbitrairement, la limite correspondante que c ne doit pas dépasser pour que le terme cube reste négligeable. En supposant γ et δ positifs, on constate facilement que la limite de c deviendra d'autant plus petite que γ deviendra plus grand, ou, en d'autres termes, plus on choisira la limite de n faible, plus grande deviendra la limite de c; mais il n'existe aucune raison pour admettre à une des constantes une limite considérable et à l'autre une limite faible, puisque, dans la pratique, les valeurs numériques de n et c sont du même ordre de grandeur. Nous adopterons donc le rapport $\gamma = \pm 1$. L'expression (A) devient ainsi

$$c^3[\pm \sin\delta(1 + \text{séc}^2\delta) + 3\,\text{séc}^2\delta \pm 3 \tang\delta \text{ séc}\delta + \tang^2\delta] \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''}.$$

» En supposant γ et δ de même signe, l'expression entre parenthèses étant toujours plus considérable qu'en les supposant de signes contraires, la limite de c doit nécessairement être calculée pour la valeur de $\gamma = +1$, et, en admettant cette supposition des valeurs γ et δ de même signe, il en résulte ainsi

$$(a)\quad c^3[\sin\delta + 4 \tang\delta \text{ séc}\delta + 3\,\text{séc}^2\delta + \tang^2\delta] \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''}$$

ou

$$(B)\quad c^3(1 - \sin\delta)[(\text{séc}\delta - \tang\delta)^2 + 2] \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''}.$$

Mais cette formule, quoique n'étant pas très compliquée, ne permet cependant pas de constater au premier coup d'œil si les valeurs de c et n satisfont à la condition exprimée par l'expression (B). Nous allons établir deux formules qui permettront d'atteindre ce but avec beaucoup de facilité et avec une exactitude absolument suffisante pour tous les cas possibles.

» Si nous posons l'expression

$$\sin\delta + 4\,\mathrm{tang}\,\delta\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta + 3\,\mathrm{s\acute{e}c}^2\delta + \mathrm{tang}^2\delta = C,$$

la différence $C - 8\,\mathrm{tang}\,\delta\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta$ sera égale à

$$(\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta - \mathrm{tang}\,\delta)(3\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta - \mathrm{tang}\,\delta) + \sin\delta.$$

A l'équateur, pour $\delta = 0$, cette différence est égale à 3; au pôle, pour $\delta = 90°$, cette différence devient

$$\frac{\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta}{\mathrm{tang}\,\delta} + \sin\delta = 2;$$

par conséquent, C sera très peu différent de la valeur $3 + 8\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta\,\mathrm{tang}\,\delta$, mais toujours un peu plus faible; il en résulte que, lorsque

$$c^3(3 + 8\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta\,\mathrm{tang}\,\delta) \quad \text{sera} \quad \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''},$$

la condition exigée se trouvera réalisée. Nous aurons ainsi

$$(b) \qquad c \quad \text{ou} \quad n \overset{=}{<} \sqrt[3]{\frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''(8\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta\,\mathrm{tang}\,\delta + 3)}}.$$

» Cette expression donne donc pour c et n des valeurs limites pour toutes les régions de l'espace avec une très grande précision, et l'on peut substituer à cette expression la suivante :

$$(c) \qquad c \quad \text{ou} \quad n \overset{=}{<} \sqrt[3]{\frac{6\varepsilon}{8\,\mathrm{s\acute{e}c}^2\delta\,\sin^2 1''}},$$

car dans la région polaire tang δ et séc δ sont identiques, et c'est surtout là qu'on aura besoin de calculer la valeur de ces limites.

» Nous pouvons en déduire maintenant quelques conséquences pratiques. En adoptant pour l'erreur d'observation admise la valeur de $0'',01\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\delta$, on obtient numériquement

$$c \quad \text{et} \quad n \overset{=}{<} \frac{45^s,6}{\sqrt[3]{\mathrm{s\acute{e}c}^2\delta}}$$

pour la Polaire, λ Petite Ourse et la petite étoile qui se trouve à 5′ du pôle;

on trouvera ainsi, pour la grandeur limite des erreurs instrumentales,

Polaire...........	n et $c \lesseqgtr 3^s,6$
λ Petite Ourse.......	n et $c \lesseqgtr 3,2$
Petite étoile........	n et $c \lesseqgtr 0,58$

» Quand cette condition sera réalisée, l'erreur de réduction ne dépassera pas $0^s,03$ pour la Polaire, $0^s,04$ pour λ Petite Ourse et $0^s,46$ pour la *Polarissima.*

» Dans le Tableau suivant, on trouve, en partant de la valeur $\varepsilon = 0'',01$, les valeurs limites de n et c calculées d'abord avec l'expression (a) qui est rigoureuse, puis avec les deux expressions approchées (b) et (c).

Tableau des valeurs limites de n et c.

δ.	(a).	(b).	(c).
°	s	s	s
0............	63,2	63,2	45,6
10............	57,3	55,5	45,1
20............	51,9	49,9	43,7
30............	46,5	44,9	41,4
40............	41,2	40,0	38,1
50............	35,5	34,9	33,9
60............	29,6	29,1	28,7
70............	22,7	22,4	22,3
80............	14,2	14,2	14,2
85............	9,0	9,0	9,0

» Nous allons fournir, dans une Communication ultérieure, le développement et les résultats relatifs aux équations (2) et (3). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Le système nerveux et les formes embryonnaires du Gadinia Garnotii;* par M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Nos connaissances sur le système nerveux et la reproduction du *Gadinia* laissent encore plus à désirer que sur sa respiration, dont j'ai étudié, dans une précédente Note ([1]), les conditions spéciales.

» Dall n'ayant décrit que d'une façon fort insuffisante le collier œsophagien, sans en indiquer la composition, c'est-à-dire sans en avoir dissocié les éléments fondamentaux, et n'ayant pas connu les formes embryonnaires,

([1]) Voir *Comptes rendus* de la dernière séance.

je résumerai succinctement, dans cette Note, quelques-uns des résultats de mes recherches.

» La tête du *Gadinia* est fort extensible et très contractile; elle et le bulbe lingual sont sujets à de grands déplacements. Aussi des muscles longs et puissants, s'attachant aux lobes céphaliques et au bulbe, traversent la cavité viscérale et même le collier œsophagien pour aller se terminer à l'extrémité inférieure du corps, et produire les divers mouvements de ces parties. Ces conditions entraînent après elles des modifications dans les relations apparentes des organes, et le passage du bulbe lingual au travers du collier œsophagien ne peut s'accomplir que si les cordons, unissant les différents centres nerveux, prennent un grand développement.

» Le collier est relativement très large et les ganglions qui le composent sont, par cela même, bien distincts. Cette condition, favorable à l'observation, n'a pas été utilisée par Dall, car il n'a fait connaître que les ganglions sus-œsophagiens, réunissant tous les autres en un seul groupe qu'il appelle *inférieur*. Elle ne doit cependant pas être perdue de vue dans la recherche des relations morphologiques; car, suivant que la tête est contractée ou étalée, la bouche, à laquelle est intimement lié le bulbe lingual, est ramenée en bas ou en haut, et le collier œsophagien peut, par suite de ces différences, être au-dessous ou au-dessus de la masse buccale. En outre, dans ces changements de position, les nerfs suivent des directions trompeuses, et il faut toujours remonter à leur origine et voir leur épanouissement terminal pour arriver à leur détermination précise.

» Pris dans son ensemble, le collier se compose d'abord de six ganglions symétriques formant trois paires : une première dorsale, sous-œsophagienne ou céphalique; une deuxième abdominale ou pédieuse, et une troisième sous-buccale ou stomato-gastrique. Ces trois paires, unies par des commissures et des connectifs longs et grêles, constituent déjà deux colliers.

» Mais il en existe en outre un troisième formant un groupe intermédiaire à ces deux premiers; celui-ci se compose d'un nombre impair de ganglions et, par conséquent, n'est pas symétrique. Il est, à mes yeux, caractéristique du type Gastéropode dont la non-symétrie se révèle si évidemment dans la plupart des organes. Dans un prochain travail, je montrerai à quelles déductions importantes il est possible d'arriver en partant de cette condition organique.

» Trois ganglions unis transversalement par une commissure passant au devant de l'œsophage et décrivant un arc forment ce collier que depuis

longtemps j'ai nommé *centre asymétrique*, pour le distinguer par son caractère même des autres centres. Les deux ganglions extrêmes de cette série, l'un à droite, l'autre à gauche, sont rattachés par des connectifs, en arrière au cerveau, en avant aux ganglions pédieux.

» Tandis que les ganglions cérébroïdes innervent la tête, le cou, les organes des sens et la verge, les ganglions pédieux fournissent des nerfs au pied et les stomato-gastriques au bulbe lingual et au tube digestif.

» Quant au centre asymétrique, il innerve tout le reste de l'économie, soit les organes de la reproduction, de la respiration, de la circulation et le manteau, c'est-à-dire des organes qui tous manquent de symétrie.

» Les trois ganglions asymétriques sont très rapprochés des ganglions pédieux; aussi, au devant de l'œsophage, le collier semble-t-il très simple : ses éléments paraissent confondus. Mais, à l'aide des colorations artificielles, et en mettant en pratique les différents procédés de technique histologique, il est très facile de reconnaître, en les isolant pour ainsi dire, les masses de cellules ganglionnaires composant des ganglions tout à fait distincts.

» On trouve donc quelque chose d'analogue à ce qui se voit chez les Gastéropodes pulmonés; seulement, chez ces derniers, le centre asymétrique est formé de cinq ganglions, tandis qu'ici il n'en a que trois. Je reviendrai sur cette comparaison qui, si elle rapproche le *Gadinia* des Pulmonés, l'éloigne des Pectinibranches et autres Mollusques.

» A l'exception des yeux, les organes des sens sont difficiles à reconnaître; aussi Dall déclare-t-il n'avoir pu trouver les organes de l'audition. Les yeux ont l'aspect de deux points noirs placés au-dessous des lobes en éventail formant la tête : ils paraissent distinctement sur les côtés du cou.

» Quant aux *otocystes*, on doit, pour les reconnaître, enlever les ganglions pédieux et les porter sous le microscope; alors, capsules, otolithes, cils vibratiles, tout est facile à voir. Mais il n'en est pas de même du nerf acoustique, qui, pour être reconnu, demande des préparations aussi laborieuses que délicates. Il est très grêle et long; pour éviter les tiraillements, cela devait être, lors des passages répétés du bulbe au travers du collier. Il se porte en dehors des connectifs et devient dans les tissus environnants fort difficile à suivre; néanmoins, il ne fait point exception à la loi que j'ai formulée, et, comme chez tous les Gastéropodes, il naît sur le cerveau et non sur le ganglion pédieux.

» Les lobes céphaliques étalés en éventail sont fort riches en nerfs, ils

correspondent morphologiquement aux tentacules et en grande partie à la tête; aussi doivent-ils avoir les mêmes fonctions que ces organes.

» Enfin, dans la paroi supérieure du canal conduisant de la cavité respiratoire à l'orifice extérieur placé sur le bord droit du manteau, un nerf parti à droite d'un ganglion asymétrique vient s'y terminer par de nombreuses ramifications serrées et accompagnées de cellules nerveuses. Il y a là un organe homologue à celui que j'ai découvert chez les Pulmonés et auquel on a voulu faire jouer le rôle d'organe de l'olfaction, sans avoir assis cette opinion sur des expériences positives. J'aurai l'occasion de revenir sur l'histoire de cet organe, dit *organe olfactif*.

» Les organes de la reproduction n'ont pas été complètement décrits par l'auteur américain, qui n'a pas indiqué non plus quelles étaient les premières formes embryonnaires du *Gadinia*. Je ne puis dans ce court résumé signaler que quelques particularités intéressantes.

» La glande génitale proprement dite est à la fois mâle et femelle. Les mêmes culs-de-sac sécréteurs produisent des œufs et des spermatozoïdes : l'hermaphrodisme est donc complet.

» Le long canal vecteur commun aux deux éléments sexuels s'élargit beaucoup à quelque distance de l'ovaire, devient très tortueux et glandulaire; il sécrète dans cette partie la matière visqueuse destinée à entourer et à protéger les pontes.

» Non loin du point où ses parois cessent d'être glandulaires naissent en haut le canal déférent qui, après quelques flexuosités, s'ouvre dans la verge, et en bas le col grêle et long d'une vésicule copulatrice sphérique contenant toujours une petite masse centrale de matière concrète brune.

» La partie femelle du canal destiné à la copulation continue le conduit vecteur primitif et s'ouvre au-dessous de l'œil droit, sur le côté du cou, non loin de l'attache du manteau. Quant au canal déférent, après avoir formé deux longues circonvolutions, il aboutit à une verge conique et pointue occupant au repos le fond d'un long tube pouvant s'évaginer par un orifice situé au-dessus de l'œil droit, en avant du lobe rhipidiforme correspondant de la tête.

» Les deux ouvertures des organes génitaux se trouvent donc séparées l'une de l'autre par l'œil droit. Ce rapport peut aider dans la recherche des orifices, car ils sont fort petits, toujours contractés et par cela même difficiles à reconnaître. Les filaments spermatiques sont longs, souvent unis en paquets par l'extrémité inférieure de leur queue; leur tête allongée,

terminée en pointe, présente quelques inflexions spirales. Les œufs mûrs sont volumineux, remplis par un vitellus à granulations serrées et obscures; ce qui n'empêche pas la vésicule germinative de se traduire par un éclairci bien connu des observateurs.

» L'accouplement ne doit pas être double; et probablement, comme chez l'Ancyle, les individus peuvent alternativement et réciproquement jouer le rôle de mâle ou de femelle.

» Les produits de la ponte sont faciles à trouver; je les ai observés très abondants à La Calle en août et septembre.

» Les indications données par M. Dall sur les mœurs des *Gadinia* ne s'accordent pas avec les observations que j'ai pu faire; il est juste de dire que nous avons observé des espèces différentes. Je crois que ces animaux se déplacent fort peu, qu'ils occupent très longtemps, sinon toujours, la même place et qu'ils creusent peu à peu *in situ*, par les mouvements et les frottements des bords de leur coquille, leur gîte toujours reconnaissable. C'est sur la partie antérieure de ce gîte qu'ils déposent et collent leurs œufs enfermés chacun isolément dans des coques ovales, disposées en file et formant des masses allongées, blanches, courbées en fer à cheval.

» La ponte ne doit pas avoir lieu en un seul temps, car dans un même fer à cheval on trouve des œufs fractionnés et des embryons bien formés.

» Le fractionnement s'accomplit comme dans les autres mollusques marins; après la première division de l'œuf en un certain nombre de grosses sphères (2, 4, 8), on voit apparaître sur un point de la première morula des sphérules plus petites et plus transparentes. Alors la distinction de l'hypoblaste et de l'épiblaste s'établit nettement.

» Lorsque l'invagination de l'hypoblaste, qui est ici complète, est terminée, la figure de l'embryon prend peu à peu la forme d'un cône, et l'on reconnaît tous les caractères de cet état du développement nommé *trochosphère*.

» Sur la partie la plus étendue de la trochosphère, sur sa base, trois lobes se dessinent : un impair deviendra le pied, deux symétriques semblables produiront les voiles et la forme *veliger* sera évidente, entre les trois lobes s'ouvrira la bouche, enfin au pôle aboral sera sécrétée une coquille comme dans les autres Gastéropodes.

» Les voiles du *veliger* deviennent grands; la coquille s'accroît assez pour enfermer tout le corps de l'embryon et un opercule se produit du côté de la face dorsale du pied; les yeux apparaissent à la base des voiles,

les otocystes à la base du pied et la physionomie du jeune *Gadinia* rappelle tout à fait celle des embryons les mieux caractérisés des Gastéropodes nus ou des Gastéropodes marins à coquille turbinée.

» Avec les progrès du développement, les cellules à grands cils bordant les voiles tombent, ceux-ci se rapetissent d'abord, puis s'accroissent, s'étendent de nouveau, et, devenant plus épais, forment peu à peu les lobes céphaliques rhipidiformes caractéristiques de la tête de l'adulte.

» Je désire surtout faire remarquer que la forme primitive de la coquille qui peut s'allonger assez pour décrire plusieurs tours de spire, comme chez un Gastéropode franchement turbiné et operculé, n'est pas du tout patelloïde à l'origine, comme cela se voit chez l'*Ancylus fluviatilis*.

» Il faut, en outre, observer que ces premiers tours de spire continuent à loger le sommet du tortillon mou existant primitivement chez les jeunes *Gadinia*, et que ce n'est qu'après la formation de deux ou trois tours au plus que le manteau, s'élargissant tout d'un coup, sécrète un immense péristome, lequel, en s'accroissant toujours suivant ces proportions nouvelles, donne naissance non plus à un cône allongé et tordu, mais à un cône très surbaissé dont l'axe ne s'enroule pas. L'opercule tombe et n'est pas remplacé. La forme patelloïde se substitue ainsi à la forme turbinée.

» En observant attentivement à la loupe les coquilles de petite taille après les avoir débarrassées des algues ou des concrétions extérieures qui peuvent masquer leurs caractères, on découvre toujours, au sommet du cône représentant la coquille patelloïde, les deux ou trois tours du tortillon primitif. Sur les échantillons de belle taille, ces restes de la forme embryonnaire disparaissent, la partie turbinée est comblée par la sécrétion calcaire et on ne la retrouve plus.

» Dans un prochain travail, j'indiquerai les dispositions organiques qui différencient morphologiquement quelques autres animaux à forme extérieure patelloïde. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *De l'existence de la glycyrrhizine dans plusieurs familles végétales.* Note de M. E. Guignet. (Extrait par l'auteur.)

« Découverte par Robiquet dans les rhizomes des réglisses (*Glycyrrhiza glabra* et *G. eclimata*, Légumineuses papilionacées), la glycyrrhizine a été

signalée dans quelques autres plantes de la même famille, telles que l'*Abrus precatorius*, vulgairement *Liane à chapelets*, originaire de l'Inde et commune aux Antilles, où on l'appelle *Réglisse d'Amérique* et où les feuilles sont employées en infusions, tandis que les racines sont utilisées à Calcutta et à Java dans le même but; le *Trifolium alpense*, l'*Astragalus ammodytes* et, très probablement, l'*A. glycyphyllos*, connu sous les noms vulgaires de *Réglisse bâtarde, Réglisse sauvage* dans les régions du centre de la France.

» Mais ce qui nous a semblé plus particulièrement intéressant, c'est que la glycyrrhizine existe en très grande quantité dans les rhizomes de plantes fort éloignées des Légumineuses, notamment dans le *Polypodium vulgare* (*Polypode du Chêne*), sorte de Fougère très commune aux environs de Paris (plateau de Meudon). Cette plante couvre des espaces fort étendus dans les landes de Bretagne (environs de Brest), aussi bien que sur les sables rocailleux des Vosges. Dans l'une et dans l'autre région, les rhizomes très abondants de cette Fougère sont employés comme réglisse.

» Il en est de même d'ailleurs d'un autre *Polypodium*, très commun en Colombie : c'est le *P. semipennatifidum*, Var., *indivisum*, d'après le Dr Triana. Cette Fougère croît dans la région tempérée des Andes, entre 2000^m et 3000^m d'altitude. On la désigne dans le pays sous le nom d'*Orosus*, qui signifie *Réglisse* en espagnol.

» Pour constater la présence de la glycyrrhizine dans une partie d'un végétal quelconque, il suffit d'en faire un extrait aqueux concentré et d'ajouter peu à peu un excès d'acide sulfurique étendu : la glycyrrhizine se précipite et peut être séparée par filtration; c'est la méthode de Robiquet. Comme les extraits aqueux sont fortement colorés et chargés de matières étrangères, nous préférons traiter par l'acide acétique ordinaire à 8° les parties végétales bien desséchées et réduites en poudre. On ajoute ensuite de l'alcool à la dissolution acétique; les matières insolubles dans l'alcool se séparent, et la liqueur ne retient que la glycyrrhizine, de l'acétate d'ammoniaque et quelques autres substances solubles dans l'eau. On évapore à consistance sirupeuse et l'on ajoute de l'eau, qui dissout l'acétate d'ammoniaque et autres impuretés, tandis que la glycyrrhizine se précipite et peut être purifiée par les moyens ordinaires.

» Ce qui rend la glycyrrhizine très intéressante au point de vue chimique, c'est que cette matière, classée d'abord parmi les corps neutres non azotés, et considérée comme un *glucoside*, est un véritable sel ammoniacal, formé par un acide azoté, d'après un important travail de M. Rous-

sin. Le même chimiste a démontré que cet acide (qui représente la glycyrrhizine pure) est insoluble dans l'eau et dépourvu de saveur.

» C'est donc la combinaison ammoniacale formée par cet acide qui donne à la réglisse la saveur bien connue, sucrée, et en même temps un peu mordante, du *bois* de réglisse, et des extraits de *jus* de réglisse.

» Il en résulte que les infusions de réglisse perdent leur saveur sucrée, quand on y ajoute une petite quantité d'acide (jus de citron), et que la glycyrrhizine purifiée paraît sans saveur à une personne atteinte du diabète, attendu que, dans cette maladie, la salive reste acide, au moins dans les premiers temps, dans la mastication (Roussin).

» Ces faits mettent bien en évidence l'importance extrême de l'étude des *propriétés organoleptiques*, si justement recommandée par mon illustre maître, M. Chevreul. Ces propriétés ont été définies par Newton *les efforts produits sur nos organes par des causes extérieures*. Dans la *Chimie appliquée à l'étude des corps vivants* (très différente de la Chimie organique proprement dite), le principal rôle appartient le plus souvent aux propriétés organoleptiques.

» Si la glycyrrhizine (ou plus exactement l'*acide glycyrrhizique*) existe à l'état de liberté dans quelque organe végétal, elle a très bien pu échapper aux observations : on l'aura confondue avec d'autres matières azotées, dépourvues de saveur. Mais, en traitant ces matières par l'ammoniaque et évaporant à sec, on pourrait (dans quelques cas peut-être) reconnaître la glycyrrhizine par la saveur si caractéristique de sa combinaison ammoniacale.

» Dans la réglisse, la glycyrrhizine est accompagnée par l'asparagine : ce fait n'est certainement pas isolé.

» Comme espèce chimique pure, la glycyrrhizine est parfaitement définie; elle a été obtenue à l'état cristallisé (Habermann). De plus, elle donne de l'acide paroxybenzoïque par la fusion avec la potasse (Weselsky et Benedikt).

» Enfin, la glycyrrhizine, traitée par l'acide azotique, produit de la trinitrorésorcine ou acide *oxypicrique* (découvert par M. Chevreul).

» En résumé, la glycyrrhizine se rattache aux principales séries de la Chimie organique et paraît jouer un rôle important dans la végétation. »

MÉMOIRES PRÉSENTES.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les oscillations à longues périodes dans les machines actionnées par des moteurs hydrauliques et sur les moyens de prévenir ces oscillations.* Mémoire de M. H. Léauté, présenté par M. Tresca. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Tresca.)

« Un des inconvénients les plus graves que l'on rencontre dans la pratique, lorsqu'on cherche à régulariser le mouvement d'un moteur, consiste dans la production des *oscillations à longues périodes.*

» Ce phénomène, conséquence de l'application de l'appareil régulateur, est susceptible de se produire chaque fois que le travail résistant éprouve une variation brusque, ou, plus généralement, chaque fois que le mécanisme de régulation entre en jeu par suite d'une variation survenue dans la puissance ou la résistance; il a pour effet de substituer à l'état de régime que l'on voudrait réaliser un état d'oscillation indéfini de la vitesse, pire souvent que l'état naturel avec les irrégularités accidentelles qu'il comporte.

» Tous les moteurs peuvent présenter le défaut dont nous parlons; mais il est surtout fréquent dans les machines hydrauliques, où l'effort considérable qu'exige le mouvement du vannage oblige à employer des appareils de régulation à action indirecte. On est souvent réduit, dans ce cas, à supprimer les régulateurs et à laisser aux ouvriers eux-mêmes le soin de régler la marche des moteurs dont il s'agit.

» Cet état de choses est d'autant plus fâcheux que, avec les nouveaux moyens dont on dispose pour transmettre la force à distance, on cherche de plus en plus aujourd'hui à utiliser les forces hydrauliques naturelles, et que les applications qu'on en veut tirer exigent une très grande régularité.

» Il importait donc d'étudier de près cette question qui, abordée pour les régulateurs à action directe par MM. Resal et Rolland, n'a été, à notre connaissance, l'objet d'aucun Mémoire publié [1], en ce qui concerne les appareils à action indirecte.

---

[1] M. Marcel Deprez a fait, en 1876, une communication verbale à l'Association fran-

» Cette étude constitue le travail que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie; nous y indiquons les causes du phénomène et les moyens d'y remédier.

» Le résultat de notre analyse est que la production des oscillations à longues périodes ne dépend pas directement des perturbations subies par la résistance; mais que l'existence de ces oscillations et leur importance sont uniquement subordonnées aux relations de grandeur qui lient la force vive totale de la machine, la vitesse relative que le mécanisme de commande peut imprimer au vannage, les retards causés par le frottement dans l'action de ce mécanisme et le degré d'isochronisme du régulateur.

» Tant que les résistances passives qui s'opposent à la mise en jeu et à l'arrêt du mécanisme de commande sont négligeables, c'est-à-dire tant que ces deux opérations peuvent être regardées comme immédiates, les oscillations à longues périodes ne sauraient se produire. La vitesse de régime est toujours rétablie, après un temps fini, par le régulateur lui-même, pourvu cependant que celui-ci ne soit pas isochrone.

» On peut dire, dès lors, que la cause déterminante du phénomène étudié réside dans les retards causés par le frottement pour le débrayage et l'embrayage du mécanisme de commande du vannage, et la question revient à fixer la limite de grandeur de ces retards à partir de laquelle les oscillations étudiées apparaissent.

» Au point de vue mécanique, l'effet des résistances passives, qui s'opposent à l'embrayage et au débrayage, est mesuré par la somme des variations de vitesse de la machine qu'exige cette double opération, et nous indiquons la valeur limite à laquelle cette somme doit rester inférieure pour qu'il n'y ait pas production d'oscillations indéfinies. Nous montrons, en outre, comment, lorsque cette limite est dépassée, on peut déterminer l'état oscillatoire, qui devient le seul état stable compatible avec l'action du régulateur.

» On a ainsi le moyen de reconnaître d'avance si les divers éléments caractéristiques de la machine, de l'appareil de commande et du régulateur sont combinés de façon à en assurer le bon fonctionnement, ce qui était le but principal que nous nous étions proposé.

» Nous recherchons ensuite comment on peut déduire d'un appareil

---

çaise pour l'avancement des Sciences, dans laquelle il a indiqué un mécanisme très ingénieux donnant une solution du problème.

dont l'action régulatrice a été constatée par l'expérience d'autres appareils fonctionnant également bien et adaptés à des conditions différentes.

» La principale difficulté que présentaient ces recherches consistait dans la réduction à ses éléments simples de l'intégrale du mouvement de la machine à la suite d'une perturbation et dans la représentation de ce mouvement. Nous sommes arrivé à la résoudre en employant un mode de tracé spécial qui permet de suivre à la fois le mouvement de la machine et celui de son vannage; les diverses transformations analytiques sont d'ailleurs facilitées par la forme que nous donnons à l'intégrale de l'équation fondamentale, en introduisant dans cette intégrale les polynômes de M. Hermite.

» Cette méthode fournit ainsi la solution complète du problème que nous avions en vue et elle conduit, pour tous les cas ordinaires de la pratique, à des formules d'un emploi facile. Mais elle donne en même temps un certain nombre de résultats utiles et de relations simples dont nous avons cru devoir signaler les conséquences immédiates les plus importantes.

» Nous montrons ainsi tout d'abord comment on peut représenter la marche d'une machine donnée à la suite d'une perturbation quelconque et se rendre compte d'avance de l'effet du régulateur.

» Nous indiquons également, d'une manière succincte, comment les formules trouvées permettent d'établir d'une façon rationnelle un appareil de régulation ordinaire.

» Comme, d'un autre côté, il résulte clairement de l'étude faite sur les régulateurs ordinairement employés que leur énergie ne peut être augmentée qu'au détriment de la promptitude de leur action, nous montrons ensuite quelles sont les modifications à introduire dans les régulateurs existants pour augmenter leur action régulatrice sans s'exposer aux oscillations à longues périodes et nous faisons connaître le principe de différents systèmes propres à atteindre ce but.

» Enfin les formules générales auxquelles nous sommes parvenu pouvant se trouver insuffisantes dans certains cas spéciaux, nous donnons en terminant un procédé graphique simple permettant de résoudre la question dans tous les cas, c'est-à-dire donnant le moyen de représenter la marche d'une machine à la suite d'une perturbation, la loi suivant laquelle varie le rendement du moteur pouvant d'ailleurs être quelconque. »

MÉDECINE. — *Étude statistique sur l'épidémie cholérique dans les hôpitaux de Paris, et notamment sur l'Asile des vieillards de l'avenue de Breteuil.* Note de M. ÉMILE RIVIÈRE, présentée par M. Vulpian. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« Le choléra a complètement disparu des hôpitaux civils de Paris. Le dernier cholérique admis dans ces établissements y est entré le 28 décembre 1884. Depuis lors, aucun cas ne s'y est présenté. Les deux derniers décès ont eu lieu le 31 décembre. Enfin les cinq derniers malades qui, à cette date, étaient encore en traitement sont sortis définitivement guéris : l'un le 1er janvier; le second, le 7 du même mois; les trois autres, jeudi dernier, 15 janvier 1885. Il nous reste donc aujourd'hui à examiner brièvement les faits qui se sont produits dans les hôpitaux depuis notre dernière Communication, c'est-à-dire depuis le 1er décembre.

» Depuis ce jour, le nombre des cholériques venus de l'extérieur a été seulement de 40, dont 22 du sexe masculin et 18 du sexe féminin. Le nombre des cas intérieurs a été de 3, dont 1 homme et 2 femmes; l'une de celles-ci était infirmière à l'hôpital des Mariniers. Le nombre total des nouveaux cas a donc été de 43, soit 23 du sexe masculin et 20 du sexe féminin; mais, sur ces 43 malades, 3 ont été renvoyés dans un autre service, comme étant atteints de toute autre affection que du choléra.

» Pendant cette même période, le chiffre des décès a été de 22, dont 11 du sexe masculin et 11 du sexe féminin. Mais, comme précédemment, un certain nombre d'entre eux se rapportent à des malades admis à l'hôpital antérieurement au 1er décembre.

» Enfin, les guérisons ont été considérables et se sont élevées au chiffre de 120, dont 71 du sexe masculin et 49 du sexe féminin.

» Au point de vue de l'âge, c'est de 31 à 40 ans que nous rencontrons le plus d'individus des deux sexes (5 hommes et 7 femmes); le plus jeune d'entre eux avait 4 ans (une petite fille); le plus âgé 62 ans (un homme).

» Les professions les plus atteintes sont toujours celle de journalier (1), puis les domestiques et les cochers ou palfreniers.

» Relativement au domicile, nous dirons que sur les 40 cholériques, 15 provenaient de la banlieue et notamment d'Aubervilliers (7 sur 15) et d'Asnières (3 cas). Quant aux 25 autres, ils appartenaient principalement au XIe arrondissement de Paris (5 cas) et aux Ier et Xe arrondissements (3 cas chacun). Huit arrondissements n'en ont présenté aucun.

» En résumé, depuis le 4 novembre 1884, date du début de l'épidémie,

(1) Sous ce titre, on comprend tous les individus qui travaillent à la journée, quel que soit le métier qu'ils exercent.

jusqu'au 15 janvier 1885, jour de l'évacuation complète des hôpitaux de Paris, nous relevons les chiffres suivants :

» A. 1080 cas ([1]), dont 636 du sexe masculin et 444 du sexe féminin. Sur ces 1080 malades, 67 sont des cas intérieurs : 30 hommes et 37 femmes.

» B. 587 décès, ou 54,15 pour 100.

» C. Sur 636 hommes, 340 décès ou 53,46 sur 100; sur 444 femmes, 247 décès ou 55,63 sur 100.

» Nous arrivons maintenant à l'Asile des vieillards de l'avenue de Breteuil, qui a été si cruellement éprouvé au commencement de l'épidémie. Grâce aux documents qui nous ont été communiqués avec la plus grande bienveillance par MM. les Drs Foderé et Tisné, médecins de cet Asile, nous pouvons faire connaître les chiffres suivants :

» Sur les 215 pensionnaires des deux sexes que renfermait cet asile, 79 ont été frappés par le fléau, soit 55 hommes et 24 femmes. Sur ces 79 cholériques la mortalité n'a pas été moindre que 65 décès (47 hommes et 18 femmes), soit une proportion de 82,278 pour 100.

» A ces chiffres, nous devons ajouter le décès de 2 religieuses sur 22 qui habitaient l'Asile. Elles ont été atteintes le 12 et le 13 novembre, à la suite de fatigues extrêmes, c'est-à-dire au moment où l'épidémie venait d'atteindre son maximum d'intensité.

» Au point de vue de l'âge, et cet âge a été bien certainement l'une des principales causes d'une mortalité aussi considérable, nous remarquons que les deux pensionnaires les plus jeunes, parmi ceux qui ont été atteints, avaient 58 et 59 ans, et les deux plus âgés 89 et 90 ans.

» Enfin, d'après les deux médecins de l'Asile de l'avenue de Breteuil, la nourriture, non plus que l'eau potable, ne saurait être incriminée; mais le choléra aurait été importé dans l'Asile par un vieillard de 69 ans qui avait passé une partie de la journée du 6 novembre hors de l'Asile, et qui, dès le lendemain, dans l'après-midi, avait été atteint des premiers symptômes de cette affection. Le fait leur paraît d'autant plus plausible que le surlendemain 18 vieillards étaient atteints à leur tour, d'abord 7 qui couchaient dans le dortoir du premier cholérique, puis 4 sur le palier voisin.

» En résumé, sur 15 pensionnaires dont se composait ce dortoir, 12 furent atteints, soit ce même jour, soit les jours suivants, et succombèrent.

» Avant de terminer, nous tenons vivement à remercier l'Académie de nous avoir permis de lui présenter successivement les trois premières parties d'un travail qui n'a eu d'autre but que de rassurer la population parisienne, de prouver combien la peur est toujours mauvaise conseillère et de montrer, par des chiffres vrais, dont nous garantissons la parfaite exactitude, combien en réalité l'épidémie cholérique de 1884, à Paris, a été

([1]) Desquels nous aurons à défalquer ultérieurement, après revision des feuilles d'entrée des malades, plusieurs erreurs de diagnostic.

peu grave par le nombre des cas, et, relativement aussi, peu meurtrière, si ce n'est dans quelques rares foyers; enfin, d'en annoncer la terminaison dans les hôpitaux de Paris. »

VITICULTURE. — *Sur l'utilité de la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Note de M. BALBIANI.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans mon Rapport au Ministre de l'Agriculture, j'ai recommandé, pour la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera, de badigeonner les ceps avec un mélange dans lequel la naphtaline est unie en certaines proportions à l'huile lourde, la chaux vive et l'eau. La publication de ce moyen m'a valu une grande quantité de lettres, dont les unes m'ont prouvé que les viticulteurs n'ont pas attendu mon conseil pour employer avec avantage la naphtaline au traitement de leurs vignes, et dont les autres témoignent de l'empressement d'un grand nombre de propriétaires à suivre, dès cet hiver, les instructions contenues dans mon Rapport. Les passages extraits ci-après de ces lettres montrent les bons effets des mélanges de naphtaline employés pour combattre l'œuf d'hiver et sa progéniture.

» M. Rouanet, de Clermont (Hérault), se sert d'un mélange pulvérulent de coaltar, huile lourde et naphtaline avec la chaux vive ([1]). La poudre est projetée à l'aide d'un soufflet sur toutes les parties de la souche; elle pénètre dans les fissures et atteint les œufs qu'elle asphyxie ou, si quelques œufs sont épargnés, les jeunes insectes qui en proviennent.

« Mes prévisions, dit M. Rouanet, ont été confirmées par des expériences déjà nombreuses. Dans les vignes où j'avais laissé des rangées de témoins, on a constaté d'un côté tous les caractères de l'invasion phylloxérique, de l'autre une végétation superbe, indemne et exempte de tout symptôme. C'est surtout lorsqu'il s'est agi de traiter une vigne préventivement que mes deux opérations ([2]) ont amené les plus beaux résultats, et les vignes ainsi traitées ont été par le fait débarrassées aussi de leurs autres parasites habituels. »

([1]) Nous préférons l'emploi du mélange en badigeonnages aqueux, qui le rendent plus adhérent à l'écorce et en prolongent l'action.

([2]) M. Rouanet dépose aussi une certaine quantité de la poudre insecticide, mélangée à de l'engrais, au pied de la souche déchaussée.

» M. Rouanet ajoute :

» J'ai pensé que c'était justice de vous rendre compte d'essais inspirés par vos recherches. Je me suis flatté aussi que ma communication vous serait agréable, en donnant à votre théorie une confirmation et un adepte de plus. »

» M. Antonio Grand, de Villeurbanne (Rhône), m'écrit :

« J'ai une vigne qui fut attaquée du fléau en 1874. Elle est dans un clos d'un hectare et divisée par des sentiers en quatre carrés, sur chacun desquels j'essaya i divers traitements dont un seul réussit. Je préservai quatre mille plants, tandis que tout le reste était perdu. J'attribue ce résultat à des fumigations faites avec la naphtaline, au moment de l'apparition de l'insecte ailé. Je communiquai mon procédé à M. Prosper de Lafitte, qui me fit observer que je n'avais compté que sur un seul essaimage, tandis qu'il y en avait plusieurs se succédant à diverses époques. Cette remarque me mit sur la voie. Ma vigne, située à 400^m ou 500^m du Rhône, est très exposée aux gelées printanières. Depuis plus de quinze ans, il ne s'est pas passé une année sans que je n'aie eu à brûler à plusieurs reprises du goudron, des huiles lourdes, de la naphtaline, pour former un écran qui en préserve les bourgeons. Ainsi, cette année, j'ai procédé à cette opération les 11, 12, 22, 24 et 25 avril. Comme c'est justement l'époque où l'insecte, éclos de l'œuf d'hiver, s'établit sur les jeunes pousses de la vigne, il est certain que ces fumigations très intenses et prolongées pendant près de deux heures doivent avoir une action très énergique. »

» Ces citations suffiront, je l'espère, pour encourager les viticulteurs dans l'essai du nouveau traitement. Ce sont là des arguments pratiques, qui les toucheront bien plus que les petites expériences d'élevage du Phylloxera en tube, par lesquelles M. Boiteau cherche à leur démontrer l'inutilité des traitements contre l'œuf d'hiver [1].

» J'ai déjà, plusieurs fois, fait ressortir les causes d'erreur qui peuvent se glisser dans ces expériences et vicier les conclusions que l'on veut en déduire pour la pratique. En prenant toutes les précautions pour m'en garantir, je n'ai jamais réussi à pousser ces éducations au delà de la troisième année. Plus heureux ou plus habile que moi, M. Boiteau les a menées jusqu'à la quinzième génération et la quatrième année. Nous nous expliquerions facilement ce résultat par la régénération des colonies au moyen de l'œuf d'hiver. M. Boiteau convient lui-même avoir constaté, à la deuxième année de ses observations en tubes, des accouplements de sexués et des pontes d'œufs fécondés (*Comptes rendus*, 11 décembre 1882). Depuis il n'en a plus été question. Combien n'est-il pas dès lors vraisemblable

---

[1] Voir la dernière Communication de M. Boiteau dans les *Comptes rendus* du 5 janvier 1885.

que quelques œufs fécondés ont échappé à son attention et servi à régénérer ses colonies épuisées ! C'est là une de ces causes d'erreur, difficiles à éviter, dont nous parlions tout à l'heure, et qui doivent rendre suspectes les conclusions tirées d'observations où l'insecte est placé dans des conditions biologiques absolument anormales.

» Aussi bien, la question n'est plus là aujourd'hui; elle est dans les essais en pleine campagne, essais qui se poursuivent actuellement sur une vaste échelle et qui nous apprendront ce qu'on doit légitimement espérer d'une méthode que l'étude biologique du Phylloxera nous indique comme une des plus rationnelles qu'on puisse opposer à ses ravages ([1]). En attendant, nous devons enregistrer comme des plus encourageants les résultats obtenus par M. Rouanet et M. A. Grand, que nous avons rapportés au commencement de cette Note. »

M. **Faudrin** adresse, d'Aix, une Note relative à l'emploi des badigeonnages au sulfate de fer, pour détruire l'œuf d'hiver du Phylloxera.

Depuis cinq ans, l'auteur a fait badigeonner, en hiver, les ceps taillés, avec une solution de sulfate de fer à la dose de 1^{kg} dans 2^{lit} d'eau, ou avec une solution de sulfate de cuivre à la dose de 1^{kg} dans 5^{lit} d'eau. Le résultat a été de détruire non seulement les œufs, mais les insectes qui se trouvaient sur l'écorce. Le sulfate de fer paraît préférable au sulfate de cuivre.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures de M. *J.-B. Baille*, intitulées : « Détermination de l'ohm ; Etude de la méthode de l'amortissement des aimants ». Extrait des *Annales télégraphiques ;* mars, avril, mai et juin 1884.)

2° Un travail de M. *Ch. Duguet*, intitulé : « Déformation des corps solides ;

([1]) Voir mon Mémoire : *Le Phylloxera du chêne et le Phylloxera de la vigne. Études d'entomologie agricole*, avec 11 planches gravées; dans les *Observations sur le Phylloxera et les Parasitaires de la vigne*, t. IV, 1884, publiées par l'Académie des Sciences.

Déformation et résistance des cylindres creux ». (Présenté par M. Daubrée.)

3° Une Notice biographique sur J.-A.-F. Plateau, par M. *G. Van der Mensbrugghe.*

ASTRONOMIE. — *Sur la comète d'Encke; observations faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* 0^m^,50, par M. **Ch. Trépied.** (Présenté par M. Mouchez.)

« Dans une Lettre adressée aux *Astronomische Nachrichten,* M. Tempel fait connaître qu'il a observé, le 13 décembre 1884, à Arcetri, une nébulosité très faible pouvant être la comète d'Encke, dont on attendait le retour pour la fin de l'année. Dans les soirées du 2 et du 3 janvier dernier, j'ai trouvé cette comète à très peu près aux places indiquées par l'éphéméride de M. Backlund; c'était une nébulosité d'une extrême faiblesse, sans apparence de noyau et difficile à observer. Le dernier numéro des *Comptes rendus* contient les résultats de nos déterminations du 2 et du 3 janvier; les corrections qu'elles donnent pour l'éphéméride diffèrent peu de celles qui résulteraient de la position publiée par M. Tempel. Il ne me semble donc pas qu'on puisse douter aujourd'hui que l'astre observé le 13 décembre à Arcetri soit bien la comète d'Encke.

» Je donne, dans la présente Note, les détails de mes observations du 2 et du 3 janvier, ainsi que deux positions nouvelles obtenues le 4 et le 8.

Dates. 1885.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ — ☆.	Déclinaison ☄ — ☆.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Janvier. 2.........	W_1 22^h^ n° 1138	7,0	+0.29,08	+ 9.30,3	6:6
3.........	»	»	+1.23,39	+12.33,5	16:16
4.........	BD +3° 4822	7,7	−0.59,24	+ 7.40,5	16:16
8.........	W_1 22^h^ n° 1250	8,5	+1. 2,56	− 4.14,1	2:2

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1885.	Ascension droite moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
Janvier. 2.........	22.55.48,22	−0,37	+3.50.56,1	+3,5	Weisse.
3.........	22.55.48,22	−0,37	+3.50.56,1	+3,5	»
4.........	22.59. 5,83	−0,36	+3.58.52,2	+3,3	B.D.
8.........	23. 0.56,48	−0,39	+4.24.50,9	+3,1	Weisse.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1885.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janvier. 2..........	6.47.34	22.56.16,93	9,488	+4. 0.29,9	0,689
3..........	6.58.30	22.57.11,24	9,517	+4. 3.33,1	0,690
4..........	7.35.14	22.58. 6,23	9,578	+4. 6.36,0	0,700
8..........	6.15.53	23. 1.58,65	9,456	+4.20.39,9	0,684

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Addition à deux Notes précédentes, concernant la théorie de la figure des planètes et de la Terre.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Les résultats indiqués dans les Notes mentionnées aux *Comptes rendus*, 15 décembre 1884 et 5 janvier 1885, ont été obtenus en supposant que la courbe représentant la loi des densités à l'intérieur de l'ellipsoïde fluide était une courbe sans point d'inflexion et tournant sa concavité vers l'axe des abscisses. Depuis, sur le conseil de M. Tisserand, j'ai envisagé les lois de densités pour lesquelles la diminution de la compressibilité est encore plus rapide que ne l'ont supposé Laplace et M. Roche, de sorte que, ρ et p désignant la densité et la pression liées par une équation de la forme

$$\frac{dp}{d\rho} = f(\rho),$$

la fonction $f(\rho)$ varie plus rapidement que ρ et même que ρ^2.

» Soit $D_\rho \frac{f(\rho)}{\rho^2} > 0$; il est aisé de voir que cette hypothèse revient précisément à supposer concave la courbe des densités.

» En effet, l'équation connue

$$\frac{dp}{\rho} = -4\pi \frac{da}{a^2} \int_0^a \rho a^2 \, da$$

devient, en substituant la valeur de dp et posant $\frac{f(\rho)}{\rho^2} = F(\rho)$,

$$F(\rho) \frac{d\rho}{da} = -4\pi \frac{\int_0^a \rho a^2 \, da}{\rho a^2};$$

puis, quand on prend les dérivées des deux membres par rapport à a,

$$(1)\qquad F(\rho)\frac{d^2\rho}{da^2}+F'(\rho)\left(\frac{d\rho}{da}\right)^2=-4\pi D_a\frac{\int_0^a \rho a^2\,da}{\rho a^2}.$$

» Pour les petites valeurs de a, $\frac{d^2\rho}{da^2}$ est négatif; or je dis que la dérivée dans le second membre est nécessairement positive tant que $\frac{d^2\rho}{da^2}$ est négatif.

» En effet, remplaçant $\int_0^a \rho a^2\,da$ par $\frac{1}{3}\rho a^3-\frac{1}{3}\int_0^a \frac{d\rho}{da}a^3\,da$, le numérateur de la dérivée aura le signe de

$$(\rho a^2)^2-a^3\frac{d\rho}{da}\rho a^2+(\rho a^2)'\int_0^a \frac{d\rho}{da}a^3\,da$$

ou

$$(\rho a^2)^2+a^2\frac{d\rho}{da}\int_0^a \frac{d\rho}{da}a^3\,da-a^3\frac{d\rho}{da}\rho a^2+2a\rho\int_0^a \frac{d\rho}{da}a^3\,da,$$

et comme

$$\left(-\frac{d\rho}{da}\right)a^4>4\int_0^a\left(-\frac{d\rho}{da}\right)a^3\,da,$$

à cause de $\frac{d^2\rho}{da^2}<0$, le groupe des deux derniers termes est positif.

» Il résulte de là que $\frac{d^2\rho}{da^2}$, négatif pour les petites valeurs de a, ne peut changer de signe en passant par zéro; car alors, $F'(\rho)$ étant positif, les deux membres de l'équation (1) auraient des signes contraires.

» En résumé, l'hypothèse faite sur le signe de la dérivée seconde $\frac{d^2\rho}{da^2}$ n'est pas arbitraire et correspond à une diminution très rapide de la compressibilité, à mesure que la pression augmente, ce qui paraît assez conforme aux idées des physiciens sur la compressibilité des liquides et des solides. »

ASTRONOMIE. — *Sur les derniers résultats de la statistique solaire.* Note de M. R. **Wolf**, présentée par M. Faye.

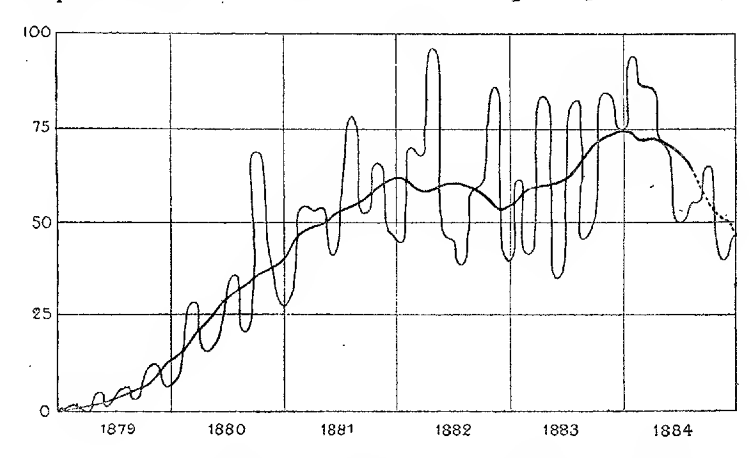
« Le Tableau ci-joint donne d'abord, pour chaque mois de l'année 1884, le nombre des jours où l'on a réussi, à l'observatoire fédéral de Zurich, à examiner l'état du Soleil, et les moyennes mensuelles des nombres relatifs

déduits de ces observations, que je nomme *provisoires*, parce qu'elles seront peut-être encore un peu modifiées en consultant les observations correspondantes faites à l'étranger.

1884.	Nombre des jours d'observations.	Nombre relatif provisoire.	Nombre relatif de 1883.	Mouvement de 1883 à 1884.	Mouvement correspondant de la variation en déclinaison.
Janvier.	23	92,1	60,6	31,5	1,34′
Février.	25	87,7	46,9	40,8	2,20
Mars.	28	86,9	42,8	44,1	2,56
Avril.	25	79,0	82,1	— 3,1	1,68
Mai.	28	66,7	32,1	34,6	0,34
Juin.	27	50,0	76,5	—26,5	0,55
Juillet.	30	54,0	80,6	—26,6	—1,65
Août.	30	55,1	46,0	9,1	—1,10
Septembre. . . .	28	62,1	52,6	9,5	0,18
Octobre.	24	44,1	83,8	—39,7	—1,24
Novembre. . . .	18	36,5	84,5	—48,0	—0,17
Décembre. . . .	20	45,4	75,9	—30,5	0,45
Année.	306	63,3	63,7	— 0,4	0,43

» Il donne ensuite les nombres relatifs de l'année 1883 et les différences entre ces nombres et ceux de l'année 1884, et, dans la dernière colonne, les différences correspondantes des variations en déclinaison observées à Milan en 1883 et 1884.

» Un coup d'œil sur ce Tableau fait remarquer que la fréquence des



taches a augmenté jusqu'au commencement de l'année 1884 et qu'elle a diminué depuis ce temps-là, et le diagramme ci-joint, où la ligne en zigzag

représente la marche caractéristique du phénomène depuis le commencement de l'année 1879, le fait voir encore plus clairement : on en conclut qu'*il y a grande probabilité que nous avons passé le maximum des taches et des variations dans l'hiver* 1883-1884.

» Si l'on compense les nombres relatifs et les variations de la manière usuelle, on obtient le Tableau suivant :

Époques.		Nombres relatifs compensés.	Variations compensées.
			′
1883.	VII	65,1	8,74
»	VIII	68,4	8,89
»	IX	72,1	9,09
»	X	73,6	9,26
»	XI	74,7	9,35
»	XII	75,0	9,38
1884.	I	72,8	9,34
»	II	72,0	9,22
»	III	72,8	9,18
»	IV	71,4	9,14
»	V	67,6	9,08
»	VI	64,5	9,09

Il montre que le maximum probable des taches et des variations correspond à décembre 1883; ainsi l'*époque commune des deux phénomènes* se fixera probablement à

1884,0,

et le diagramme, dans lequel la ligne forte représente les nombres relatifs compensés depuis le commencement de l'année 1879, le fait voir de même.

» Si l'on compare ce nouveau maximum avec les maxima précédents, en remontant jusqu'à l'époque où Schwabe a commencé ses observations régulières des taches, on obtient un Tableau non moins curieux :

Maximum.		Nombre relatif maximum.	Variation maxima à Milan.
Époques.	Différences.		′
1829,9		71,5	»
	7,3		
1837,2		146,9	12,21
	10,9		
1848,1		131,5	11,64
	12,0		
1860,1		97,9	10,17
	10,5		
870,6		140,5	12,00
	13,4		
1884,0		75,0	9,38
Période moyenne	10,78 ± 1,01		

Il nous dit que la période commune des taches et des variations est assez variable, mais que la période moyenne déduite de ces cinq nouvelles périodes coïncide merveilleusement avec la période moyenne

$$11^{a},111 \pm 0^{a},307,$$

que j'ai déduite de l'ensemble des 274 années écoulées depuis la découverte des taches, et qu'il n'y a pas grande apparence qu'on y substituera plus tard la période de 11,860 demandée par les spéculations de M. Duponchel. Il nous dit de plus que la valeur maxima du nombre relatif varie de même, et que le maximum de 1884 ne surpasse guère la moitié de ceux de 1837 et 1870, et ressemble beaucoup à celui de 1829. Il nous dit enfin que la variation maxima de l'aiguille aimantée est liée non seulement aux mêmes époques que le maximum des taches, mais que sa valeur augmente et diminue aussi d'une manière correspondante. *Je pense que ce dernier résultat est d'une haute importance, et qu'il suffira enfin pour convaincre les derniers incrédules de l'intime relation subsistant entre les phénomènes solaires et les mouvements de l'aiguille aimantée.* »

M. Faye fait, à ce sujet, la remarque suivante :

« Les résultats du savant directeur de l'observatoire de Zurich sont assurément bien frappants. Ils me suggèrent néanmoins une remarque critique qu'il n'est peut-être pas inutile de faire connaître. La marche des taches du Soleil présente ce caractère particulier que le phénomène s'élance rapidement du minimum vers le maximum par une série de soubresauts, ainsi qu'on le voit sur la figure précédente, puis décline ensuite lentement à partir du maximum vers le minimum suivant. *Il en est de même de presque toutes les étoiles variables.* Or il me semble qu'en pareil cas le procédé de compensation qu'on applique pour obtenir une courbe régulière (la courbe pleine de la figure ci-dessus), et qui consiste à laisser au-dessus de celle-ci des parties saillantes de la courbe réelle égales en superficie à celles qu'on introduit au-dessous, ne s'harmonise pas avec la nature du phénomène. Il vaudrait mieux, ce me semble, faire passer la courbe régularisée par les sommets des maxima, en négligeant comme accidentelles les dépressions rapides qui les suivent. On aurait ainsi une image plus fidèle de l'allure du phénomène.

» Ou autrement, si l'on se bornait aux faits, sans chercher de compensation ni de régularisation, il faudrait prendre pour maximum le *maxi-*

mum maximorum tel qu'il s'est produit. Dans les deux cas, on reporterait le dernier maximum des taches à 1882 $\frac{1}{3}$, et non à 1884, et l'on éviterait ainsi d'imputer à la période des anomalies qui ne portent au fond que sur un détail, à savoir la durée du maximum secondaire très prolongé qui suit d'ordinaire le maximum réel.

» Par là la dernière période ne serait plus de 13 ans 4 mois, mais de 11 ans 8 mois. Je soumets cette remarque à l'appréciation de M. R. Wolf, dont l'autorité est si grande en ces matières. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques transformations nouvelles des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **R. Liouville.**

« En étudiant certaines transformations, d'ailleurs applicables pour toutes les équations linéaires du second ordre à deux variables indépendantes, il m'est arrivé d'établir des théorèmes généraux sur celles qui s'intègrent par des formules contenant deux fonctions arbitraires, dont l'une au moins dégagée du signe $\int$. Ces théorèmes, qui permettent d'écrire explicitement et même de plusieurs manières toutes les équations de cette catégorie, ne sont qu'une extension du beau théorème découvert, en 1870, par M. Moutard, relativement aux équations de la forme

$$s = \lambda z.$$

Ils sont, comme on le verra, presque aussi simples. Voici, en résumé, les procédés employés pour y parvenir et les résultats obtenus.

» Considérons une équation linéaire sans second membre et dont nous supposons données cinq intégrales particulières.

» Il est toujours facile de former avec elles une solution complète; puis, faisant varier les constantes à la manière de Lagrange, chacune des fonctions qui se substituent à elles satisfait aussi à une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre. Les coefficients de cette équation dépendent des intégrales qu'on a choisies; seuls, les coefficients des dérivées les plus élevées ont leurs rapports invariables : ce sont ceux des coefficients homologues dans l'équation proposée. Toute intégrale connue de cette dernière correspond à une intégrale également connue de l'équation nouvelle et *vice versa*, et la transformation de l'une en l'autre se fait sans au-

cune peine. Mais ces transformations se décomposent toujours en deux, dont l'examen conduit aux propositions suivantes [1] :

» 1° *Étant donnée, sous la forme*

$$s + Pp + Qq = 0,$$

une équation dont toutes les solutions se réunissent en une intégrale générale, contenant au moins une fonction arbitraire dégagée du signe $\int$, *c'est-à-dire appartenant à l'indice* n, *si l'on désigne par* z_1, z_2, z_3 *trois de ses solutions choisies à volonté et par* ζ_1, ζ_2 *les rapports des deux premières à la troisième, par* (ζ_1, ζ_2) *le déterminant fonctionnel de ces rapports, l'équation suivante*

$$s + p\left\{P + \frac{\partial}{\partial y}\log\left[\frac{z_3(\zeta_1,\zeta_2)}{\frac{d\zeta_2}{dy}}\right]\right\} + q\left\{Q + \frac{\partial}{\partial x}\log\left[\frac{z_3(\zeta_1,\zeta_2)}{\frac{d\zeta_2}{dx}}\right]\right\} = 0$$

admet aussi une intégrale générale de la forme indiquée, mais la fonction arbitraire dégagée du signe $\int$ *y figure avec ses dérivées jusqu'à l'ordre* $n + 1$. *Cette intégrale résulte avec facilité de l'équation proposée; si cette dernière représente l'une quelconque de celles qui appartiennent à l'indice* n, *la précédente peut représenter toutes les équations qui appartiennent à l'indice* $n + 1$.

» 2° *Étant donnée sous la forme*

$$\frac{d(\gamma p)}{dy} - \frac{d(\delta' q)}{dx} = 0,$$

toujours admissible, comme on le prouve aisément, une équation linéaire du second ordre, dont toutes les solutions se réunissent en une intégrale générale contenant au moins une fonction arbitraire dégagée du signe $\int$, *avec ses dérivées jusqu'à l'ordre* n, *si l'on désigne par* v', v'' *deux de ses solutions prises à volonté, l'équation suivante*

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\frac{\partial v''}{\partial y}}{\frac{\partial v'}{\partial y}}\,p\right) - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\frac{\partial v''}{dx}}{\frac{\partial v'}{\partial x}}\,q\right) = 0$$

admet aussi une intégrale générale de la forme indiquée, mais la fonction arbitraire dégagée du signe $\int$ γ *figure, avec ses dérivées, jusqu'à l'ordre* $n + 1$.

---

[1] Ces théorèmes sont sujets à des exceptions que leur démonstration même met en évidence.

Cette intégrale est liée par une quadrature à celle de l'équation proposée, et quand cette dernière peut être choisie sans restriction parmi toutes celles qui appartiennent à l'indice n, sa transformée peut représenter l'une quelconque de celles qui appartiennent à l'indice $n+1$. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de l'évaporation.* Note de M. **Houdaille**, présentée par M. Berthelot.

« La mesure de l'évaporation diurne au moyen des évaporomètres dans les observatoires météorologiques nécessite l'emploi de surfaces d'une faible étendue, et pour lesquelles la formule déterminée par Dalton

$$P = B\frac{S(F-f)}{H}$$

n'est plus applicable. Si l'on peut, sans erreur sensible, faire $H = \text{const.}$, et poser $P = B'S(F-f)$, on reconnaît que B' est variable avec la surface.

» La diffusion de la vapeur d'eau dans l'air en repos est en effet plutôt proportionnelle à la surface de renouvellement de la couche d'air qui se sature au contact du liquide, qu'à la surface même d'évaporation. J'appelle surface de renouvellement d'un point évaporant la sphère de rayon R qui limite la couche d'air saturée par la vapeur émise par le point. Si le point évaporant repose sur un plan indéfini, la surface de renouvellement est $2\pi R^2$. La surface de renouvellement d'une surface plane d'évaporation S sera représentée par la surface enveloppe des sphères de renouvellement de chacun de ses points. Elle sera formée par une portion de surface S d'un plan situé à une distance R prolongée par la surface engendrée par la révolution d'un arc de circonférence de rayon R dont le plan est assujetti à se mouvoir normalement à la surface évaporante. La valeur de l'arc qui détermine cette surface sera :

$\frac{\pi R}{2}$ si la surface S est limitée sur l'une de ses faces par un plan indéfini;

πR si cette surface est limitée sur l'une de ses faces par un support de même grandeur et d'épaisseur supérieure à R ou encore si la surface S évapore librement sur ses deux faces.

» Les surfaces de renouvellement qui, dans ces trois cas, correspondraient à une même surface d'évaporation caractérisée par la valeur a^2 (a

étant le côté du carré qui représente la surface S) seraient

$$S_1 = a^2 + 2a\pi R, \quad S_2 = a^2 + 4a\pi R, \quad S_3 = a^2 + 4\frac{a}{\sqrt{2}}\pi R.$$

» Il est en pratique assez difficile de rapporter une surface d'évaporation à telle ou telle de ces trois catégories. De plus, le mouvement ascensionnel de la couche d'air qui se sature a pour effet de limiter la surface de renouvellement dans le voisinage du plan horizontal passant par la surface d'évaporation; d'où il suit que S_2 tend à se confondre avec S_1. Quel que soit, du reste, le cas que l'on envisage, l'évaporation sera représentée par la somme de deux termes proportionnels l'un à la surface, l'autre au périmètre C. On posera donc $P = KS + K'C$ et, en divisant par S,

$$\frac{P}{S} = p = K + K'\frac{C}{S},$$

dans laquelle p représentera l'évaporation par unité de surface.

» D'autre part, Dalton a montré que, pour de grandes surfaces, l'évaporation, variable avec la température et l'état hygrométrique, est proportionnelle à $(F - f)$.

» On peut donc poser $p = a(F - f)\left(K + K'\frac{C}{S}\right) = (F - f)\left(\alpha + \beta\frac{C}{S}\right)$.

» J'ai été conduit à vérifier si, pour de petites surfaces, l'évaporation est réellement proportionnelle à $(F - f)$. L'expérience confirme cette proportionnalité; pour une surface de 13^{cq}, les résultats sont représentés par la formule

$$p = 1,46(F - f),$$

dans laquelle p représente en milligrammes l'évaporation par heure et par centimètre carré.

» La moindre agitation de l'air peut altérer complètement la loi du phénomène : l'expérience montre qu'un courant d'air dont la vitesse est inférieure à $0^m,25$ élève l'évaporation de $4^{mgr},4$ à $13^{mgr},8$ par centimètre carré et par heure.

» La proportionnalité de l'évaporation à $(F - f)$ étant vérifiée même pour de faibles surfaces, j'ai cherché à vérifier par l'expérience la relation

$$p = (F - f)\left(\alpha + \beta\frac{C}{S}\right).$$

» Deux observations simultanées effectuées par un état hygrométrique

de 0,56 et une température de 13°,9 sur deux surfaces très inégales, l'une de 13^{cq}, l'autre de 1600^{cq}, ont donné les deux équations

$$7,73 = 5,2\left(\alpha + \beta\,\frac{14,6}{13}\right) \quad \text{et} \quad 2,42 = 5,2\left(\alpha + \beta\,\frac{160}{1600}\right),$$

qui conduisent aux valeurs $\alpha = 0,365$ et $\beta = 0,998 = 1$ environ.

» Les résultats obtenus par l'expérience concordent très sensiblement avec ceux que l'on déduit de la formule précédente.

» La formule $p = (F - f)\left(0,365 + \frac{C}{S}\right)$ montre que l'évaporation par centimètre carré tend à devenir indépendante de la surface à mesure que cette dernière augmente.....

» En admettant pour α et β des coefficients déduits de l'expérience dans diverses conditions, on peut mettre en regard de l'évaporation donnée par l'instrument bien connu de M. Piche celle d'une surface indéfinie. Elles seront données respectivement par les formules

Évaporomètre Piche....... $p = (F - f)\left(0,365 + 0,95\,\frac{14,6}{13}\right) = (F - f)\,1,42$

Surface indéfinie.......... $p' = (F - f)\,0,365$ et $p' = 0,253p$. »

CHIMIE. — *Sur l'eau oxygénée.* Note de **M. Hanriot**, présentée par M. Friedel.

« Thenard avait déjà indiqué que de petites quantités d'eau oxygénée sont susceptibles d'être volatilisées. Ayant montré, dans une Note précédente, que l'eau oxygénée est relativement stable sous l'action de la chaleur, j'ai songé à la distiller sous pression réduite. Voici les résultats auxquels je suis arrivé.

» L'eau oxygénée a été soumise à la distillation sous une pression de 3^{cm} de mercure environ. Dans ces conditions, la quantité d'eau oxygénée qui distille est d'autant plus grande que la liqueur primitive est plus concentrée. Ainsi, tandis qu'une eau à 45^{vol} ne donne à la distillation qu'une eau marquant $0^{vol},5$, une eau à 110^{vol} en donne une marquant 10^{vol} environ. Ce dernier chiffre est assez élevé pour que l'on puisse employer la distillation à préparer une eau oxygénée parfaitement pure.

» L'eau oxygénée du commerce (10^{vol} à 12^{vol} environ) est introduite dans un ballon muni d'un appareil à boules, et distillée dans le vide. Dans ces conditions, l'eau qui distille renferme des quantités négligeables d'eau

oxygénée, tandis que celle-ci se concentre dans le ballon. Quand on a ainsi réduit le liquide au cinquième de son volume primitif, on retire l'appareil à boules, et l'on continue la distillation dans le vide jusqu'à ce que le liquide commence à se décomposer, ce dont on est averti par la baisse du manomètre. On ajoute alors de l'eau et l'on continue la distillation. Quant au liquide distillé, il marque de 5^{vol} à 8^{vol} environ. Il est, à son tour, concentré dans le vide jusqu'à commencement de décomposition.

» Lorsque l'on opère dans le vide, on peut dépasser de beaucoup la limite de concentration que j'avais indiquée précédemment pour la distillation à la pression ordinaire. J'ai, en effet, obtenu ainsi de l'eau oxygénée à 267^{vol}, sous une pression de 3^{cm} de mercure : on irait sans doute plus loin en utilisant le vide plus parfait d'une machine pneumatique.

» La décomposition de l'eau oxygénée pendant la distillation est absolument nulle tant que la concentration du liquide que l'on distille ne dépasse pas 150^{vol}. On peut s'en assurer en fermant, à un moment donné, le robinet de la trompe. La distillation continue sans que le manomètre baisse sensiblement. Du reste, les soubresauts qui se produisent pendant la distillation, et qui constituent la principale difficulté de l'opération, sont une preuve qu'il ne se dégage pas d'oxygène.

» *Dosage de l'eau oxygénée.* — On peut doser l'eau oxygénée, soit en déterminant directement le volume d'oxygène qu'elle peut dégager, soit indirectement au moyen de liqueurs titrées. Cette dernière méthode est, du reste, la seule rigoureuse. Quant aux méthodes qui donnent directement le volume d'oxygène dégagé, Thenard en a indiqué deux, fondées sur la décomposition de l'eau oxygénée par la chaleur ou par le bioxyde de manganèse.

» La décomposition par la chaleur doit être absolument rejetée; car, lorsque l'on traite ainsi des eaux oxygénées étendues, la majeure partie échappe à la décomposition.

J'ai fait bouillir, dans un petit ballon en communication avec une cloche graduée renversée sur l'eau, 5^{cc} d'eau oxygénée à 8^{vol}. Voici les quantités d'oxygène obtenues dans deux expériences semblables avec les temps d'ébullition en regard :

	2^m	4^m	6^m	8^m	
Première expérience....	4	12,5	27	34	volumes d'oxygène.
Deuxième expérience....	4	9	21,5	31,5	volumes d'oxygène.

Au bout de huit minutes, le ballon était complètement à sec.

» On voit, du reste, que cette décomposition ne s'effectue que lorsque

le liquide a été concentré par la distillation, et que l'on aurait fait de singulières erreurs si l'on s'était arrêté avant d'avoir chassé complètement le liquide. De plus, la décomposition n'est jamais totale, une certaine quantité d'eau oxygénée échappant par la distillation. Quant à la décomposition par le bioxyde de manganèse, elle n'est pas non plus complète, car le permanganate est encore décoloré par le liquide mis en contact avec le peroxyde. La quantité qui échappe à l'action du peroxyde est constante et égale à $0^{vol},3$. Moyennant cette petite correction, les résultats obtenus sont exacts [1].

» *Propriétés.* — L'eau oxygénée parfaitement pure est acide. Je l'ai constaté sur de l'eau oxygénée distillée, après m'être assuré directement de l'absence de toute trace d'acide chlorhydrique ou fluorhydrique qui aurait pu être entraînée. On peut, du reste, le constater de la manière suivante : de l'eau oxygénée à 30 ou 40^{vol} est additionnée de quelques gouttes d'eau de baryte jusqu'à réaction alcaline. On filtre, et on la fait bouillir dans un petit ballon. Un papier de tournesol sensible vire au rouge dans la vapeur, tandis que le liquide est fortement alcalin. On conçoit alors pourquoi l'eau oxygénée *neutre* de Thenard était si altérable ; c'est qu'elle renfermait, en réalité, une petite quantité de baryte. Aussi Thenard recommandait-il de l'additionner d'un peu d'acide sulfurique pour pouvoir la concentrer.

» A l'état de vapeur l'eau oxygénée présente une odeur très marquée, rappelant celle de l'acide azotique.

» L'eau oxygénée conduit mieux l'électricité que l'eau pure. Aussi, peut-elle être décomposée par la pile sans addition d'acide. Dans ces conditions, il se dégage, au pôle positif, une grande quantité d'oxygène.

» Au pôle négatif, on obtient une faible quantité d'un gaz, dont la proportion et la composition varient suivant la durée de l'expérience, et qui est formé d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène. L'oxygène provient de la décomposition de l'eau oxygénée par l'électrode de platine. L'hydrogène (qui ne représente souvent que $\frac{1}{30}$ de l'oxygène du pôle positif) provient sans doute de la décomposition de l'eau par la pile, grâce à l'eau oxygénée qui la rend conductrice.

---

(1) Je me suis servi pour ces dosages de l'appareil de M. de Thierry pour le dosage de l'urée, en remplaçant le tube à robinet par une burette graduée, dans laquelle j'introduis l'eau oxygénée. Cet appareil a l'avantage de supprimer toute manipulation et, par conséquent, de mettre à l'abri de bien des causes d'erreur.

» En résumé, on peut considérer la décomposition de l'eau oxygénée sous l'influence du courant comme se faisant en eau et oxygène. On ne peut, en effet, admettre qu'il se dégagerait au pôle négatif de l'hydrogène qui réduirait l'eau oxygénée, car, si l'on acidule la liqueur, on obtient au pôle négatif un dégagement d'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau, sans que cet hydrogène réduise l'eau oxygénée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le suroxyde de cobalt* Co^3O^4. Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Le suroxyde de cobalt a été déjà obtenu par M. Schwarzenberg (¹), sous forme de cristaux, par la calcination à l'air de l'acétate et du chlorure de cobalt, mais les octaèdres microscopiques produits ainsi n'ont pu se prêter à des mesures d'angles. Je me propose, dans cette Note, de faire connaître un moyen facile d'obtenir des cristaux mesurables. Il consiste à soumettre le chlorure fondu à l'action d'un courant d'air humide, dans le même appareil, qui m'a permis de préparer la hausmannite artificielle (²).

» Dans cette opération, le sel de cobalt employé est décomposé par la vapeur d'eau avec dégagement d'acide chlorhydrique et le protoxyde de cobalt est oxydé par l'air. Le creuset intérieur, destiné à contenir le chlorure, doit être en porcelaine. Lorsque l'expérience est conduite de telle sorte que la masse fondue ne soit jamais portée au delà du rouge cerise, le suroxyde produit présente exactement la composition exigée par la formule Co^3O^4, mais à cette température, la vaporisation du chlorure étant à peu près nulle, on n'obtient que de petits cristaux.

» On peut en préparer de plus gros, en chauffant sel le de cobalt au rouge cerise clair après avoir pris soin de doubler l'épaisseur de la paroi du creuset dans sa partie supérieure, de telle sorte que la région sur laquelle se déposent les cristaux ne soit pas portée au delà du rouge cerise. Dans ces nouvelles conditions, les cristaux obtenus sont encore du Co^3O^4 pur, mais ils sont rarement mesurables.

» Le meilleur moyen pour obtenir de belles cristallisations consiste à opérer comme pour la hausmannite, c'est-à-dire en chauffant à une tem-

---

(¹) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. XCVII, p. 211.

(²) *Comptes rendus*, avril 1883.

pérature capable de développer d'abondantes vapeurs de chlorure, en ajoutant de temps en temps du sel de cobalt pour remplacer celui qui a été volatilisé ou décomposé et en faisant durer l'expérience de 4 à 6 heures. Il se produit ainsi, au-dessus de la masse fondue, sur la paroi intérieure du creuset de porcelaine, un anneau de beaux cristaux brillants et mesurables; ceux-ci, lavés à l'eau bouillante et séparés par décantation des parties légères violettes, ne retiennent pas de chlorure.

» On les a analysés en dosant la quantité de cobalt qu'ils laissent après les avoir réduits par l'hydrogène. On a constaté aussi que leur composition se rapproche d'autant plus de celle du Co^3O^4 qu'ils ont été produits à une température moins élevée; généralement ils renferment de 24 à 24,5 pour 100 d'oxygène, au lieu de 26,5 qu'exige la théorie.

» Les faits suivants conduisent à admettre que, malgré la composition variable des oxydes obtenus, composition assez éloignée du suroxyde Co^3O^4, les cristaux, au moment de leur production, étaient bien le Co^3O^4 dont ils représentent la forme, mais dans lequel la proportion d'oxygène a été affaiblie par l'action prolongée de la chaleur.

» Le suroxyde de cobalt Co^3O^4, cristallisé pur, produit au rouge sombre, calciné progressivement jusqu'au rouge vif, perd peu à peu de l'oxygène et laisse un résidu de protoxyde presque pur. On ne remarque pas de point d'arrêt dans cette décomposition, ce qui amène à conclure, conformément aux expériences de M. Schwarzenberg, que les suroxydes de cobalt, obtenus par l'action de la chaleur, dont la composition est intermédiaire à celles du protoxyde et du Co^3O^4, ne sont que des mélanges de ces deux oxydes.

» Le protoxyde de cobalt, de son côté, grillé à l'air, absorbe lentement l'oxygène jusque vers le rouge cerise clair; au delà il recommence à reperdre celui qu'il a absorbé. Cela explique pourquoi l'on ne peut analyser les suroxydes par simple calcination. L'expérience prouve, en effet, que, après son refroidissement, le protoxyde résultant de la calcination au rouge vif des suroxydes renferme 22,4 à 22,5 pour 100 d'oxygène au lieu de 21,9 qu'exige la théorie. Il y a donc tout lieu de croire que la forme des beaux cristaux obtenus au rouge orangé est bien celle de Co^3O^4.

» M. Emile Bertrand, qui a bien voulu examiner ces cristaux, conclut ainsi ses observations : « Cet oxyde de cobalt se présente sous la forme » d'octaèdres à base carrée, sans modifications, dont les angles sont très » différents de ceux de la hausmannite. »

» *Conclusion.* — Les deux suroxydes de manganèse Mn^3O^4 et de cobalt

Co^3O^4 ne sont donc pas isomorphes. Tel est le point important et la conclusion de cette Note.

» Le chlorure de cobalt, fondu avec de la silice précipitée au sein d'un courant d'acide carbonique humide, donne facilement naissance à des cristaux rouges très nets, qui présentent sous le microscope la forme des péridots. Je ferai connaître ultérieurement la forme, la composition et les propriétés de ce silicate, ainsi que plusieurs autres produits cristallisés, obtenus dans des conditions analogues avec divers chlorures, ceux de baryum et de zinc entre autres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation du nitrate de tétraméthylammonium.* Note de MM. E. **Duvillier** et H. **Malbot**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note (¹), nous avons montré que, lorsqu'on fait passer un courant de gaz ammoniac dans de l'azotate de méthyle, il se forme, comme produits principaux de la réaction, de la monométhylamine et surtout de l'oxyde de tétraméthylammonium. Nous nous sommes proposé depuis de rechercher si l'action de l'azotate de méthyle sur l'ammoniaque aqueuse donne aussi naissance à de l'oxyde de tétraméthylammonium.

» Carey-Lea (²) avait montré que, lorsqu'on abandonnait dans un flacon à peu près volumes égaux d'ammoniaque aqueuse et d'azotate de méthyle, celui-ci disparaissait après cinq ou six jours, et la liqueur renfermait les trois méthylamines; toutefois Carey-Lea ne put obtenir que la monométhylamine à l'état de pureté.

» Nous avons repris l'expérience de Carey-Lea, mais en y apportant plus de précision. A cet effet, nous avons laissé réagir, à la température ordinaire, du nitrate de méthyle (1^{mol}) sur une solution aqueuse, concentrée d'ammoniaque (1^{mol}), en ayant soin d'agiter le mélange tous les jours. Au bout de six semaines seulement l'azotate de méthyle avait disparu. La liqueur fut alors traitée par un excès de potasse bouillante, afin de chasser les ammoniaques volatiles, qui furent ensuite séparées conformément aux indications données par MM. Duvillier et Buisine (³) dans leur Mémoire sur la séparation des ammoniaques composées. La liqueur, très alcaline,

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1487; 1883.
(²) *Répertoire de Chimie pure*, t. IV, p. 445; 1862.
(³) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXII, p. 319; 1881.

qui restait après la distillation des ammoniaques volatiles, fut exactement neutralisée par l'acide nitrique. Après plusieurs concentrations et cristallisations successives, le salpêtre fut éliminé en majeure partie. L'eau mère sirupeuse, additionnée d'alcool, laissa déposer encore un peu de salpêtre. La solution alcoolique, évaporée à sec, fournit un abondant résidu qui fut repris par l'alcool absolu bouillant. Par refroidissement, il se déposa d'abondants cristaux de nitrate de tétraméthylammonium.

» Le Tableau ci-dessous indique approximativement les proportions pondérales suivant lesquelles les différentes ammoniaques se trouvent dans le mélange provenant de la réaction que nous venons d'étudier :

Diméthylamine et triméthylamine mélangées	1
Oxyde de tétraméthylammonium	6
Ammoniaque	10
Monométhylamine	13

» L'action à froid de l'azotate de méthyle sur l'ammoniaque aqueuse fournit donc en abondance de l'oxyde de tétraméthylammonium, le tiers environ de la totalité des quatre bases méthylées.

» En chauffant en vase clos à 100° une solution aqueuse d'ammoniaque (1^{mol}) avec du nitrate de méthyle (1^{mol}), nous avons constaté que les mêmes produits prennent naissance et, de plus, dans les mêmes proportions.

» Quand on compare la réaction fournie par l'azotate de méthyle avec l'ammoniaque en solution dans l'esprit-de-bois et celle qu'il donne avec l'ammoniaque aqueuse, on voit que la seconde diffère considérablement de la première sur un point, l'abondante formation d'oxyde de tétraméthylammonium, et qu'elle s'en rapproche complètement sur un autre, la faible production de diméthylamine et de triméthylamine.

» Enfin, si l'on rapproche cette étude de celle que nous avons faite précédemment [1], on trouvera une certaine analogie entre l'action de l'ammoniaque aqueuse sur l'azotate de méthyle et l'action exercée sur le même corps par un courant de gaz ammoniac. »

PHOTOCHIMIE. — *Méthode pour régler et mesurer l'action chimique des radiations.* Note de M. **L. Olivier**, présentée par M. Janssen. (Extrait.)

« I. L'intensité des diverses radiations que nous recevons du Soleil varie à tout moment à la surface de la Terre; aussi n'a-t-on pu jusqu'alors

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1487; 1883.

régler l'action chimique de ces radiations, ni par suite apprécier d'une façon rigoureuse l'influence qu'elles exercent sur les phénomènes de la vie.

» Pour la même raison, la précision fait défaut aux industries fondées sur l'action chimique de la lumière. Dans la photographie de paysage, par exemple, on ne réussit à trouver les *temps de pose* que par tâtonnements successifs. Il en est de même dans les applications de la Photographie à l'étude des objets microscopiques et des météores, à la reproduction des œuvres d'art, etc.

J'ai essayé de supprimer ces difficultés en employant une méthode dont le principe est le suivant : Étant donné un groupe de radiations de rang spectral déterminé, en faire agir des quantités égales sur les différentes substances à éprouver, afin de rendre les résultats comparables. J'y suis parvenu en laissant de côté la mesure des temps de pose, pour ne tenir compte que de l'action mécanique des radiations. Il y a, en effet, un rapport de proportion entre l'intensité des vibrations et l'action mécanique qui en exprime la force vive. Pour l'apprécier, j'ai fait usage du radiomètre : dans toutes mes expériences, la lumière agissait pendant la durée, petite ou grande, d'un même nombre de révolutions de l'instrument (1).

» II. Pour régler l'action de la lumière sur les sels d'argent en présence des matières organiques dans les opérations de la Photographie, j'ai adopté le dispositif suivant : En avant de la chambre noire je place un radiomètre ; je l'entoure d'écrans qui ne laissent arriver sur le moulinet que les vibrations actives sur la plaque sensible (2). Je note le nombre n de tours que le moulinet exécute pendant le temps de pose qui donne un bon cliché. Cette détermination étant faite une fois pour toutes, je ne fais plus intervenir la mesure du temps. Chaque fois que je fais agir la lumière pendant la durée de n révolutions du radiomètre, j'obtiens un cliché identique au

(1) Afin de permettre de compter facilement ces révolutions, une des palettes porte une marque rouge spéciale. L'équateur horizontal du globe de verre du radiomètre est divisé en degrés.

(2) Les écrans qui satisfont le mieux à cette condition consistent en une solution aqueuse d'alun et une solution ammoniacale de sulfate de cuivre. Mais il est quelquefois difficile de les employer. Des lames de mica colorées ou des verres de couleur sont dans bien des cas très suffisants et même superflus, car dans la pratique ordinaire de la Photographie on peut le plus souvent s'en passer. Dans un Mémoire subséquent je donnerai la description détaillée de divers systèmes d'écrans auxquels il est utile de recourir pour certaines expériences très délicates.

cliché type. Si, par exemple, je désire reproduire une série de dessins de même format, ce qui constitue l'objet d'une industrie très importante à Paris, je fixe successivement tous les dessins à la même place sur un mur, à la même distance de la chambre noire, et je les fais poser chacun pendant le temps très variable que le radiomètre met à accomplir n rotations. Selon que le jour s'obscurcit ou devient plus éclatant, le mouvement du moulinet se ralentit ou s'accélère : ainsi la *quantité de lumière* qui impressionne la plaque photographique demeure invariable.

» Dans ces conditions rien n'est livré au hasard : on opère à coup sûr, quelle que soit la saison ou l'heure du jour, et l'on réalise une économie considérable de temps et de plaques sensibles (1).

» Mais, de ce que cette méthode règle l'action des radiations avec une précision qui suffit amplement au photographe, il ne résulte pas que cette précision soit absolue. Je me propose d'en fixer le degré, afin d'étendre l'application de ma méthode aux recherches scientifiques.

» III. Quant à la *mesure* des actions actiniques, on peut l'effectuer d'une façon très exacte au moyen du radiomètre :

» 1° Employons un groupe de radiations de réfrangibilité déterminée. Recevons-en successivement des quantités égales sur des substances de sensibilités différentes, par exemple sur deux plaques, l'une au collodion humide, l'autre au gélatinobromure d'argent. Les opacités ainsi produites sur les deux plaques par la décomposition des sels d'argent sont très différentes. Pour en exprimer le rapport, il suffit, comme l'a montré M. Janssen (2), de recourir aux procédés connus de la Photométrie;

» 2° On peut aussi impressionner les diverses parties d'une même glace photographique, en faisant agir sur elles la lumière pendant n, n', n'', n''', ... révolutions du radiomètre. La Photométrie fait connaître le rapport des effets produits : d'où la possibilité d'exprimer la relation qui existe entre ces effets et les quantités correspondantes de lumière.

» Comme on le voit, cette méthode n'intéresse pas seulement la Photographie; je me réserve de déterminer les conditions où il est légitime de la faire intervenir pour étudier, avec plus de précision qu'on ne l'a fait

---

(1) Grâce à un amateur très distingué de Photographie, M. Ch. Cottereau, j'ai pu éprouver depuis deux ans la méthode que je viens d'exposer. Elle s'applique à tous les genres de Photographie : portrait, paysage, microphotographie, etc.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 821; 1881.

jusqu'ici, certaines questions relatives, les unes à la Photochimie, les autres à l'influence de la lumière sur les êtres vivants. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'origine des microzymas et des Vibrioniens de l'air, des eaux et du sol, à propos d'une Communication de M.* Duclaux. Note de M. A. **Béchamp**.

« Dans une Communication récente ([1]), M. Duclaux parle de la destruction des matières organiques du sol par les *microbes*, comme d'un fait depuis longtemps démontré. Il résulte de l'ensemble de sa Note que les *microbes* en question sont ceux dont M. Pasteur aurait découvert les germes dans l'air : c'est sur ce point précis que je crois devoir présenter une réclamation de priorité.

» Je remarque, d'abord, que le mot de *microbes* a été originairement employé par M. Pasteur pour désigner les micro-organismes qui, d'après lui, primitivement créés morbifiques et répandus dans l'air, seraient la cause productrice des maladies. Je remarque, ensuite, que ces microbes, considérés par M. Pasteur comme des parasites dans les organismes rendus malades, ne sont autre chose que des Vibrioniens. Bref, le mot *microbe* désignait les *Vibrioniens* nuisibles, dont les germes préexistent dans l'air commun. Je remarque, enfin, que, généralisant, on a fini par admettre que dans l'air, dans le sol, dans les eaux et ailleurs, il y a des microbes, c'est-à-dire des Vibrioniens non nuisibles, mais utiles, dont l'origine serait également atmosphérique.

» J'ai autrefois, moi aussi, soutenu l'hypothèse de Spallanzani et de Bonnet, concernant l'universelle dissémination des germes des organismes qui apparaissent dans les infusions exposées à l'air; et il m'importe de le répéter aujourd'hui : avant M. Pasteur, je m'étais servi de l'hypothèse pour combattre à nouveau, par une méthode nouvelle, l'erreur spontépariste. J'ai fait davantage : pendant que M. Pasteur cherchait en vain les prétendus germes ou œufs des Vibrioniens, qu'un de ses élèves avouait, naguère encore, échapper à notre investigation, je faisais connaître les microzymas comme étant, non seulement des ferments organisés, mais ce qui, par évolution, peut devenir Vibrionien, en passant par des phases évolutives que nous avons décrites, M. Estor et moi, et dont j'ai donné de nouveaux exemples dans plusieurs Communications à l'Académie. Les *Comptes rendus*,

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 66.

depuis 1857, contiennent tout le développement de l'histoire des microzymas : je rappellerai seulement que c'est précisément à l'occasion de l'étude de la craie, des autres calcaires, des marnes, de l'argile, c'est-à-dire des matériaux minéraux du sol qui contiennent des microzymas, que pour la première fois j'ai nommé ceux-ci à l'Académie. Relativement aux microzymas de la craie, c'est dans une lettre à M. Dumas (octobre 1865) qu'ils ont été officiellement signalés [1]. Enfin, dans un Mémoire du 10 septembre 1866, intitulé : *Du rôle de la craie dans les fermentations butyrique et lactique et des organismes actuellement vivants qu'elle contient* [2], je disais, en terminant :

« Les microzymas se retrouvent partout : ils accompagnent plusieurs autres ferments, ils existent dans certaines eaux minérales, dans les terres cultivées, où, sans doute, leur rôle n'est pas secondaire. . . »

» Après avoir ainsi démontré que les microzymas des calcaires et des terres cultivées sont des ferments, je poursuivis les conséquences de la découverte, et, en 1866, dans une conférence publique, de celles dont M. V. Duruy s'était fait le promoteur, je résumais mes recherches et je disais :

« Enfin, dans tous les phénomènes de combustion lente, appelés par M. Liebig *érémacausie*, on peut noter la présence des granulations moléculaires mobiles analogues aux microzymas. Et ce n'est pas tout : examinez le terreau, la terre de nos garrigues, la terre mélangée de fumier, vous y découvrirez, sans surprise maintenant, des foules de ces mêmes microzymas et quelquefois de véritables bactéries, c'est-à-dire des organismes plus élevés que les microzymas, et ce sont eux qui sont chargés de transformer la matière organique des engrais en acide carbonique, en carbonate d'ammoniaque et dans les matériaux absorbables que les racines des plantes utiliseront au profit de la végétation; c'est grâce à leur influence que l'oxygène apporte son concours à la combustion des dernières portions de la manière organique du sol [3]. . . »

» Et l'on avait si peu l'idée du rôle des Vibrioniens dans le phénomène de la combustion de la matière organique des engrais, que, ainsi que je le faisais remarquer, M. Paul Thenard, M. Hervé Mangon et d'autres savants expliquaient cette combustion par la réduction du protoxyde de fer.

» J'avais aussi commencé des recherches sur la nitrification, et, à propos

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 251.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 451.

(3) *De la circulation du carbone dans la nature et des intermédiaires de cette circulation*; Conférence faite à Montpellier en 1866. Paris, Asselin (1867).

d'une Communication de M. Reiset, sur l'origine du gaz dans la fermentation alcoolique du jus de la betterave, je disais :

« M. Dumas a admis une fermentation nitreuse, et, pour ma part, j'ai toujours vu, dans la nature, les efflorescences du salpêtre accompagnées de microzymas analogues à ceux de la craie. Je reviendrai sur ce sujet [1]. »

» Il faut se reporter à cette époque, pour se figurer les haussements d'épaules de certaines personnes, à l'annonce de pareils résultats. Il est certain que M. Pasteur a employé la craie, dans ses expériences, sans se douter qu'elle contenait des microzymas. Et tout cela a été vérifié par M. Dehérain, par M. Müntz et par d'autres, en en rapportant la découverte à M. Pasteur. Je n'ai pas réclamé alors, car ces savants pouvaient ignorer l'auteur de ces observations. Mais, du moment que M. Pasteur et ses élèves laissent dire, j'ai dû, pour ma dignité et par respect pour l'Académie qui m'avait fait l'honneur de publier mes travaux, dissiper le malentendu.

» En résumé, la question se pose maintenant en ces termes : les microzymas et les Vibrioniens atmosphériques ont-ils primitivement été disséminés dans l'air, pour tomber de là sur la terre et pénétrer dans ses profondeurs et dans les eaux? C'est la thèse de M. Pasteur. Ou bien, au contraire, les microzymas et les Vibrioniens du sol, des eaux et de tout ce qui vit sur la terre, dans les eaux et dans l'air, ne seraient-ils pas l'origine de ceux que l'on rencontre dans l'atmosphère? C'est la thèse que j'ai soutenue dans mes Communications à l'Académie, avec preuves expérimentales à l'appui. Je soutiens que, primitivement, il n'y a pas de germes de Vibrioniens, c'est-à-dire de microzymas, dans l'air, ni de nuisibles, ni d'utiles. On ne les rencontre, dans les régions atmosphériques assez voisines de la terre, que parce que le vent les y dissémine, en soulevant les poussières de la surface. Les microzymas et les Vibrioniens du sol et des eaux n'ont d'autre origine, j'en ai fourni les preuves, que la désagrégation des roches des terrains néozoïques et paléozoïques, les déjections quelconques des animaux et des végétaux de tous les ordres, et les détritus de leurs cadavres.

» Mes recherches, antérieures à celles de M. Pasteur, pour avoir eu le même point de départ, n'en ont pas moins abouti à des conclusions tout opposées. Et, j'ose le dire, cette théorie n'est pas imaginaire, ainsi qu'on s'est plu à le dire : elle est tout expérimentale; non seulement il n'y a en elle rien d'hypothétique, mais elle est adéquate aux faits; à des faits dé-

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 547; 1868.

couverts par moi, vérifiés et contrôlés par ceux-là mêmes qui les niaient d'abord. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la vitalité des germes de microbes.* Note de M. E. DUCLAUX, présentée par M. Pasteur.

« Les germes de microbes, conservés à l'état sec et à l'abri de la lumière solaire, résistent pendant plusieurs années, comme je l'ai montré récemment, à l'action de températures supérieures à celles des points les plus chauds du globe. En serait-il de même pour des germes conservés à l'état humide, dans le liquide où ils se sont développés et qu'ils ont transformé? C'est ce que j'ai essayé de savoir.

» M. Pasteur a bien voulu me permettre d'utiliser, pour résoudre ce problème, quelques-uns des ballons provenant de ses expériences de 1875 et 1876 sur la bière. Ces ballons, restés en communication avec l'extérieur par un tube effilé et recourbé, renfermaient des cultures de levure pure dans du moût de bière houblonné. J'avais conservé en outre, de mes études de 1878 et 1879 sur le fromage, des cultures pures des microbes que j'y avais découverts, restées aussi au contact de l'air dans des matras fermés seulement par un tampon d'ouate.

» La science des microbes est de date relativement si récente qu'il m'a été impossible de trouver des cultures plus anciennes contenant, à l'état pur, des microbes connus, et celles-ci étaient encore trop jeunes, car elles avaient conservé en grande majorité leurs germes vivants. Sur quinze ballons de levure, je n'ai trouvé, après huit ans, que trois cas de mort des cellules, dont deux au moins doivent être attribués à des accidents indépendants des conditions de conservation. Parmi les *Tyrothrix* du fromage, que j'ai décrits [1], je n'ai vu mourir, au bout de cinq ans, que les *T. claviformis* et *urocephalum*, qui sont surtout anaérobies. Tous les aérobies ont résisté, à la condition d'être sous forme de spores.

» La résistance est beaucoup moindre dans le monde des micrococcus. Sur une dizaine d'espèces que j'ai pu étudier, une seule a été retrouvée vivante après trois ans de conservation. Ces résultats sont d'accord dans leurs traits généraux avec ceux que M. Pasteur a obtenus en étudiant la vitalité du *Bacillus anthracis* et du micrococcus du choléra des poules.

» Pour pousser au delà de cette limite de dix ans au maximum, encore

(1) *Microbiologie*, Paris, 1882.

insuffisante pour amener la mort du plus grand nombre des bacilles, j'ai pu, toujours grâce à M. Pasteur, utiliser les ballons ayant servi, en 1859 et 1860, aux classiques expériences de ce savant sur la génération spontanée. Ceux de ces ballons qui s'étaient troublés, sous l'influence du mode d'ensemencement que relatait leur étiquette, renfermaient une ou plusieurs espèces, en général inconnues à l'avance, et conservées en vases clos depuis vingt à vingt-cinq ans.

» De là une double différence avec les conditions des expériences de plus haut. En premier lieu, la conservation, au lieu de se faire au contact de l'air, s'était faite dans un gaz que la vie du microbe avait plus ou moins privé de son oxygène.

» De plus, tandis que plus haut, connaissant les besoins du microbe soumis à l'étude, je pouvais lui offrir le milieu le plus favorable à son rajeunissement, j'étais toujours exposé ici, avec les microbes inconnus auxquels j'avais affaire, à attribuer à la mort de leurs germes la stérilité de mes ensemencements, alors qu'elle était seulement le fait des mauvaises conditions de leur milieu nutritif. Je n'ai pu triompher de cette difficulté qu'en multipliant les essais et au prix de beaucoup de patience; mais je crois pouvoir assurer que les espèces que j'ai jugées mortes l'étaient bien réellement. Par contre, quand j'ai trouvé une espèce vivant encore après un quart de siècle, je l'ai étudiée avec soin et identifiée, lorsque cela a été possible, avec une espèce connue, jugeant, avec raison je crois, que ces espèces les plus vivaces sont aussi les plus répandues et les plus intéressantes.

» Les quelques détails que je viens de donner me permettent de résumer brièvement mes résultats. Sur vingt-sept ballons ayant contenu originairement de l'eau de levure non sucrée, légèrement acide, deux seulement présentaient encore des germes vivants. Sur les vingt-cinq autres, dix-huit renfermaient des mycéliums non arrivés à fructification. Sur quinze ballons à eau de levure sucrée, on a trouvé seulement trois espèces vivantes. On en a trouvé deux sur dix ballons à lait.

» Dans tous ces ballons où l'on a ainsi trouvé des germes féconds, le liquide était devenu ou resté légèrement alcalin; il était devenu ou resté acide dans les autres. D'un autre côté huit ballons, ayant contenu originairement de l'eau de levure additionnée de carbonate de chaux, c'est-à-dire un liquide à alcalinité faible et persistante, avaient *tous* gardé leurs germes vivants.

» Il ne paraît donc pas douteux qu'une légère alcalinité ne soit beau-

coup plus favorable que l'acidité à la conservation des microbes. Je dis légère, car cinq ballons à urine, où la décomposition de l'urée avait amené une alcalinité notable, se sont tous montrés stériles après vingt ans.

» En somme, sur soixante-cinq ballons étudiés, quinze, c'est-à-dire environ le quart, avaient conservé leurs germes féconds. Ce n'est donc pas chose rare que la persistance de la vie dans le monde des microbes après vingt ou vingt-cinq ans.

» Sur ces quinze ballons féconds, j'ai trouvé un certain nombre d'espèces connues, par exemple le *Sterigmatocystis nigra* de M. Van Tieghem, dont les spores, lorsqu'elles se dessèchent dans l'air, sont mortes au bout de trois ans. J'y ai rencontré aussi, outre des espèces nouvelles dont le Mémoire ci-joint donne la description, deux de mes *Tyrothrix* du fromage, le *T. filiformis*, une fois, et le *T. tenuis*, quatre fois. Ce dernier, que je viens de réensemencer récemment, pour fêter son vingt-cinquième anniversaire de séjour dans son ballon, se rajeunit et se développe aussi rapidement que si ses germes dataient de la veille; il n'y a aucun symptôme de vieillesse chez lui, et il est probablement encore très éloigné du moment de sa mort. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur quelques phénomènes se rattachant aux actions d'arrêt*. Note de M. **H. de Varigny** [1], présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Il est admis par beaucoup de physiologistes que les fonctions motrices peuvent être plus ou moins profondément entravées par des actions d'arrêt ou d'annihilation, et que l'excitation d'un nerf moteur peut fort bien ne pas produire de mouvement, ou, le plus souvent, ne produire qu'un mouvement modifié d'une façon ou d'une autre. En adoptant la théorie des actions d'arrêt, il faut bien aller jusqu'au bout et admettre qu'une action d'arrêt peut empêcher un mouvement de se produire. J'ai pu récemment observer un exemple de cette action et noter quelques-unes des conditions dans lesquelles on peut la rencontrer.

» C'est sur un muscle du *Stichopus regalis*, belle et grande Holothurie, qui se rencontre en abondance à Banyuls, que j'ai constaté les faits dont il s'agit. Ce muscle est constitué par des fibres lisses très allongées, très

[1] Travail du Laboratoire Arago ou de Zoologie expérimentale, fondé par le professeur H. de Lacaze-Duthiers, à Banyuls-sur-Mer.

grandes : il est long de $0^m,12$ à $0^m,20$, selon le degré de rétraction de l'animal; la contraction de ce muscle, étudiée par la méthode graphique, est très rapide et ne ressemble en rien à la contraction du muscle lisse, telle qu'on l'observe sur l'uretère ou l'intestin, ou encore sur le pied de l'*Helix Pomatia*.

» Ayant placé un muscle de *Stichopus regalis* dans une solution contenant un peu d'acide cyanhydrique, pour voir dans quelle mesure la vitalité du muscle serait atteinte, j'ai constaté que ce muscle réagissait fort bien lorsqu'il ne recevait qu'une seule excitation (clôture et rupture d'un courant induit); mais du moment où j'envoyais plusieurs excitations, de façon à provoquer le tétanos, le muscle demeurait immobile. Il ne réagissait pas à l'excitation la plus forte. Ce phénomène étant tout à fait anormal, étant donné ce que j'avais vu dans mes précédentes expériences sur ce même animal, je pensai que l'empoisonnement en était peut-être la cause. Avant d'examiner un muscle sain, non empoisonné, pour contrôler ce fait, j'ai vérifié à plusieurs reprises que les excitations nombreuses ne sont suivies d'aucun effet; au contraire, les excitations isolées, simples, sont suivies d'une contraction vigoureuse et ample. On ne peut pas invoquer dans cette expérience d'irrégularités tenant soit aux piles (Leclanché), soit à la bobine d'induction (du Bois-Reymond), les effets des deux catégories d'excitations ayant été absolument nets et constants. Ayant examiné ensuite plusieurs muscles sains du même animal, j'ai constaté que les phénomènes observés chez l'animal empoisonné peuvent être obtenus dans certaines conditions. Il faut opérer notamment sur un muscle sinon fatigué, du moins affaibli, par exemple sur un muscle séparé depuis quelque temps du corps. Il faut encore que les excitations soient assez fortes et nombreuses. Dans ces conditions, on peut exciter le muscle avec des courants interrompus vingt ou trente fois par seconde, pendant un temps très long (une ou deux minutes), sans qu'il se produise la moindre déviation de la plume rattachée au myographe. Si, après avoir constaté cette inexcitabilité, on produit encore une excitation simple, le muscle se contracte aussitôt. Ce phénomène, je l'ai observé maintes fois sur le *Stichopus regalis*, et il est représenté sur de nombreux tracés graphiques.

» Ce qui donne à penser qu'il s'agit là d'*actions d'arrêt*, ce sont les deux faits suivants. L'un, c'est que dans un certain nombre d'expériences j'ai observé, non pas l'immobilité du muscle lors d'excitations multiples, mais un retard très grand dans la production du mouvement : la période latente étant cinq ou six fois plus longue, et l'amplitude considérablement plus

faible que lors d'excitations isolées. Le second fait, c'est que j'ai noté, dans deux ou trois cas, l'allongement du muscle sous l'influence d'excitations multiples. Or ces deux phénomènes, retard de la contraction et allongement du muscle, sont considérés comme des phénomènes d'arrêt. N'est-il pas permis de croire que le phénomène que nous avons observé est dû, lui aussi, à des actions d'arrêt? ou bien faut-il chercher pour tous trois une autre explication?

» Il convient d'ajouter que si, dans les expériences où j'ai recherché les actions d'arrêt, en me plaçant dans les conditions voulues, je les ai toujours rencontrées, j'ai pu aussi observer maintes fois le fait normal de l'excitabilité plus grande du muscle aux excitations répétées qu'aux excitations isolées. Ce fait d'avoir pu dans la même expérience constater successivement l'existence d'actions d'arrêt manifestées, ici par un allongement, là par l'immobilité, ailleurs par un retard considérable et l'absence de ces manifestations, nous a fait écarter toute explication dans laquelle les actions d'arrêt n'ont pas part.

» En admettant que les faits observés soient dus à une inhibition, il semblerait que l'appareil annihilateur, quel qu'il soit, est peu excitable, puisqu'il n'entre en fonction que par des excitations répétées; en revanche, il serait, dans certains cas, plus puissant que l'appareil excito-moteur. Il en serait de cet appareil chez le *Stichopus* comme du nerf vague : l'excitation faible de certaines branches augmente les mouvements respiratoires, l'excitation forte les arrête. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'étude des glandes byssogènes et des pores aquifères chez les Lamellibranches.* Note de M. **Th. Barrois**, présentée par M. H.-Milne Edwards.

« Le byssus a, de tout temps, vivement excité l'intérêt des naturalistes; aussi les opinions les plus diverses ont-elles été émises, tant sur la nature que sur l'origine de cet appendice. Les uns, et ils forment la majorité, prétendaient que le byssus était sécrété par des glandes contenues dans le pied (Réaumur, Cuvier, A. Müller, Vaillant, Tullberg); les autres ne voyaient dans ces filaments que des fibres musculaires desséchées (de Blainville, Wagner) ou chitinisées (Leydig).

» Dans l'état actuel de la Science, il est généralement admis que le byssus est le produit de sécrétion des glandes spéciales (*glandula byssipara*). Les recherches de Carrière et les miennes, menées pour ainsi dire de front,

ont prouvé la vérité de cette assertion ; je m'empresse du reste d'ajouter que nos résultats ont toujours été concordants, sauf sur quelques questions de détail. Je suis parvenu, en outre, à démontrer que, chez tous les Lamellibranches, à part quelques rares exceptions, on retrouve des traces plus ou moins développées de cet appareil byssogène.

» Chez le *Cardium edule*, qui nous servira de type, l'organe sécréteur du byssus se compose de cinq parties distinctes : 1° un *sillon*, situé sur la carène, à la face inférieure du pied ; 2° des glandes qui bordent ce sillon (*glandes du sillon*); 3° un *canal* qui, de l'extrémité postérieure du sillon, s'enfonce au sein de la masse pédieuse et vient déboucher dans 4° une cavité plus ou moins spacieuse (*cavité du byssus*) : les parois de cette dernière sont hérissées de lamelles entre lesquelles prennent naissance les racines des byssus; 5° des glandes réunies en masse compacte (*glandes byssogènes*) qui viennent déverser leur produit de sécrétion dans la cavité du byssus.

» Le sillon, le canal et la cavité du byssus sont tapissés d'un épithélium cylindrique, entre les cellules duquel débouchent les glandes (*glandes du sillon* ou *glandes byssogènes*). Les cellules glandulaires qui constituent ces dernières ont généralement la forme d'une larme batavique dont le col, très allongé, sert de canal excréteur. Chez le *Cardium edule*, le byssus se compose d'un simple filament hyalin.

» Dans les types plus développés (*Mytilus*, *Pinna*, etc.), les glandes sont beaucoup plus denses ; et l'extrémité antérieure du pied, qui les contient, s'effile pour former le *muscle linguiforme* (*Spinnfinger*); les lamelles de la cavité du byssus sont plus nombreuses, et les filaments constituent une véritable touffe. Chez certaines *Arcas*, ces filaments agglomérés ne forment plus qu'une masse compacte; chez l'*Anomia*, la différentiation est plus grande encore, et le byssus, chargé de calcaire, devient l'ossicule.

» Chez les types en régression, au contraire, on voit disparaître successivement les diverses parties constituantes de l'appareil byssogène : le byssus naturellement fait toujours défaut. Tantôt le sillon est nul ou très court, dépourvu de ses glandes (*Donax*, *Tellina*, *Scrobicularia*, etc.); tantôt le sillon et la cavité du byssus sont bien développés, mais on ne retrouve nulle trace de glandes (*Montacuta*, *Nucula*, etc.); parfois même on ne distingue plus qu'un mince canal aveugle, formé d'une simple couche de cellules épithéliales (*Psammobia tellinella*), venant s'ouvrir à la partie postérieure du pied. J'ai rencontré enfin quelques genres chez lesquels il

m'a été impossible de découvrir le moindre vestige de sillon, de cavité ou de glandes (*Pholas, Solen, Lucina, Diplodonta*).

» Mes recherches ont porté sur plus de cinquante espèces; j'ai pu étudier au moins un type de chaque famille de Lamellibranches, sauf pour les *Trigoniadæ* et les *Tridacnidæ*. A part un très petit nombre d'exceptions citées plus haut, j'ai retrouvé partout les traces d'un appareil byssogène plus ou moins dégradé : il faudrait donc en conclure que le byssus est un organe caractéristique du type Lamellibranche. Les quelques rares embryogénies de Lamellibranches que possède la Science ne nous donnent malheureusement que très peu de renseignements à ce sujet.

» Les glandes byssogènes ne sont point les seules que l'on rencontre à la surface du pied; j'ai trouvé, dans le cornet des *Pecten* et des *Anomia*, dans le renflement terminal des *Lucina* et des *Diplodonta*, des masses glandulaires très compactes, dont je n'ai pu deviner l'usage, et qu'il faut rapporter, je pense, aux glandes muqueuses.

» Mes recherches m'ont aussi amené à penser que la plupart des soi-disant *pori aquiferi*, situés à la surface du pied et destinés à permettre l'introduction de l'eau dans le système circulatoire, n'étaient autre chose que les embouchures des glandes byssogènes chez des types en régression. Il est à remarquer en effet que, sauf pour *Mytilus edulis* et *Dreissena polymorpha*, toutes les espèces chez lesquelles ont été signalées ces communications sont dépourvues de byssus. J'ai multiplié à l'infini les coupes d'un bout à l'autre du pied de presque toutes les espèces indiquées, sans jamais rencontrer d'autre trace d'ouverture que celle des glandes byssogènes, ouverture et glandes qui, d'ailleurs, avaient échappé à mes prédécesseurs. J'en conclus donc que, s'il y a réellement introduction de l'eau dans le système circulatoire, cette introduction doit se faire soit par de fins canaux intercellulaires (*Intercellulargange*), soit par endosmose, soit par toute autre voie, mais non par des *pori aquiferi* de $0^{m},001$ à $0^{m},003$ de diamètre (Griesbach), qui ne pourraient échapper à une série de coupes dont les plus épaisses mesurent de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{40}$ de millimètre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. *Sur de nouvelles lueurs crépusculaires, observées récemment dans l'Amérique centrale;* par M. **F. de Montessus**. (Extrait d'une Lettre à M. A. Cornu.)

« San Salvador, 10 décembre 1884.

» Je vous écris pour vous annoncer que les phénomènes lumineux qui se produisaient l'an dernier, au lever et surtout au coucher du Soleil, et qu'on attribuait aux poussières volcaniques de l'éruption du Krakatoa, ont recommencé ici dès la fin de la saison des pluies, depuis deux mois, et avec autant d'intensité, quand l'état de l'atmosphère le permet. Je crois utile de vous annoncer cette reproduction, puisque je ne la vois signalée nulle part dans les nouvelles scientifiques qui nous parviennent. Les lueurs rouges durent environ vingt minutes et illuminent quelquefois toute l'atmosphère en se dégradant naturellement jusqu'au point diamétralement opposé, au Soleil couchant ou levant.

» Les 2 et 3 de ce mois, la Lune, avant et après son plein, nous a fourni un magnifique spectacle, à l'heure du coucher du Soleil. Le Soleil étant au-dessous de l'horizon, un immense demi-arc rouge se produisit à l'est (diamètre, 25° environ). Son centre était évidemment la Lune, qui était également au-dessous de l'horizon. A mesure que l'astre s'élevait, l'arc montait aussi, laissant entre les deux un grand espace annulaire, beaucoup plus lumineux que d'habitude : plus tard, la partie inférieure apparut, mais surbaissée. On obtenait ainsi (autour de la Lune) une espèce de courbe ovoïdale, dont le gros bout touchait l'horizon. Ce phénomène remarquable a duré environ deux heures et a disparu vers 9^h du soir. Ce surbaissement s'explique aisément par la réfraction atmosphérique, ce me semble.

» Ces jours-ci, la lumière zodiacale est très belle et accentuée. Je serais assez facilement conduit à l'assimiler à la *lumière cendrée* de l'anneau d'astéroïdes, dont l'existence n'est guère contestée maintenant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques-unes des particularités observées dans les récents tremblements de terre de l'Espagne.* Extrait d'une Lettre de **M. A. Germain** à M. Tresca.

« Torre del Mar, province de Malaga (Espagne), 1er janvier 1885.

» ..... Voici l'ordre dans lequel les faits se sont passés à Torre del Mar, petite ville située sur le bord de la mer, à 32^{km} de Malaga. Les mêmes

phénomènes ont eu lieu dans toute la région bouleversée, mais l'intensité a été variable d'une commune à l'autre, en raison des variations de constitution du sol. Les constructions fondées sur le sable, au bord de la mer, ont généralement moins souffert que les constructions bâties sur rocher et situées à un niveau plus élevé.

» La première secousse s'est fait sentir le 25 décembre, vers 9^h du soir. Les trépidations ont été très violentes et ont duré longtemps; elles étaient aussi excessivement rapides. Puis il y eut deux ou trois secondes d'arrêt, et aussitôt le tremblement se reproduisit, plus fort et plus rapide que la première fois; heureusement, il ne dura qu'un instant, car sans cela il ne serait pas resté une seule construction debout.

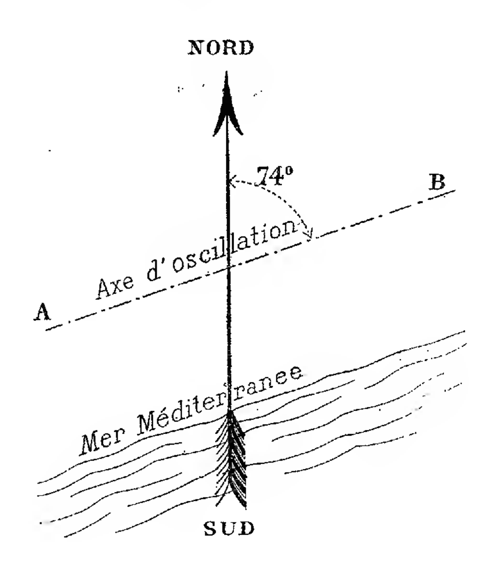
» C'est à ce moment que la cheminée d'une sucrerie perdit sa partie supérieure, qui s'écroula avec fracas sur une hauteur de 2^m environ ([1]). Cette cheminée est fondée sur le sable; en creusant le terrain à $2^m,500$ de profondeur, on trouve l'eau qui est précisément au niveau de la mer. Toute l'usine est placée à environ 200^m du bord.

» Pendant la nuit du 25 au 26, les secousses se sont répétées plusieurs fois, à des intervalles différents, variant de quarante-cinq à quatre-vingts minutes. Elles ont toutes été très faibles, à l'exception de deux : l'une, vers 1^h du matin, et l'autre, vers 4^h du matin également. Pour ces deux tremblements, les oscillations ont été très prononcées, mais lentes, en restant toujours inférieures comme intensité aux deux premiers mouvements. Cet état de choses a duré jusqu'au 26, vers 8^h du matin. Pendant la journée du 26, quelques légères trépidations, et de même tous les jours, jusqu'à aujourd'hui, 1[er] janvier, sans discontinuité. Les secousses sont plus fortes et plus fréquentes de nuit que de jour.

» En plaçant un grand réservoir d'eau de $1^m,50$ de diamètre sur le sol ferme, on a observé que toutes les oscillations, moins une cependant, se sont faites autour d'un axe parallèle au rivage de la mer, c'est-à-dire faisant un angle de $74°$ avec la direction nord-sud. Le tremblement qui a fait exception est celui de 4^h du matin, dans la nuit du 25 au 26. L'axe d'oscillation a semblé être perpendiculaire à l'axe des mouvements antérieurs et postérieurs.

([1]) Cette cheminée avait 46^m de hauteur; sa section est octogonale, le diamètre du cercle inscrit dans sa section intérieure à la partie supérieure est de $1^m,600$; les briques placées de parpaing dans le haut de l'ouvrage ont 200^{mm} de long; l'épaisseur de la maçonnerie dans les côtés de l'octogone est donc de 200^{mm}.

» Les journaux indiquent que les tremblements se sont fait sentir jusqu'à Madrid. Mais, à cette distance de la mer, les trépidations ont été



faibles; elles n'ont été dangereuses que près de la mer, sur une bande parallèle au rivage et ayant de 150 à 200^{km} de largeur.

» ..... Chaque tremblement a été accompagné d'un violent bruit souterrain, semblable à un fort orage lointain. La mer est restée calme comme d'habitude, pendant toute la durée de ces phénomènes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations recueillies sur les tremblements de terre, pendant quarante-six ans de séjour au Chili.* Note de M. **Domeyko**.

« Les tremblements de terre sont particulièrement fréquents dans la partie septentrionale du Chili, où les Andes, dépourvues de volcans, élèvent leurs faîtes à plus de 5000^{m} au-dessus du niveau de l'Océan, et où plusieurs de leurs chaînons se détachent et relient cette chaîne avec la cordillère occidentale de la côte. Ils le sont moins dans la partie méridionale (entre 32° et 42° latitude sud) dont les Andes portent à leurs sommets des volcans actifs, et où cette chaîne, séparée presque dans toute sa longueur de la chaîne de la côte par une large vallée, s'abaisse successivement de manière que vers le parallèle 42° sa ligne de faîte dépasse à peine l'altitude de 1300^{m} à 1500^{m}, en même temps que la cordillère de la côte se disperse en îles. Les tremblements de cette partie méridionale, quoique

étant moins fréquents, ont produit cependant des désastres plus considérables que ceux du nord du Chili.

» Les effets que les tremblements de terre provoquent sur les édifices qu'ils ébranlent dépendent plus de la nature du sol sur lequel ces édifices se trouvent construits que de la violence des secousses qu'ils reçoivent. Ainsi, le même tremblement de terre du 29 février 1835, qui a détruit les villes de Concepcion, de Chillan, de Talca, bâties sur des terrains sédimentaires, meubles ou sablonneux, la première d'un côté de la cordillère de la côte et les deux autres de l'autre côté, a épargné les petites villes Onalque, Reve, etc., établies aux centres de cette cordillère sur les granites.

» Au moment où les secousses d'un tremblement de terre sur la côte commencent à se faire sentir, les habitants craignent beaucoup plus l'agitation de la mer (*salida de la mar*) que les effets mêmes du choc sur leurs maisons. Ils distinguent deux espèces d'agitation de la mer.

» Les unes, qu'on pourrait nommer *agitations locales oscillatoires*, sont celles qui se produisent ordinairement à l'endroit même où la terre tremble et pendant le temps que les secousses se répètent, ou peu d'instants après l'ébranlement : la mer dans ces cas commence d'abord par se retirer, quelquefois à des centaines de mètres de distance de la ligne des plus basses marées et bientôt, élevant ses flots à 30^m et 40^m de hauteur, retourne rapidement vers le continent, l'envahit, inonde les habitations, souvent très éloignées de la plage, puis se retire complétant la ruine que le tremblement avait commencée. Cette terrible oscillation ne se répète ordinairement que trois ou quatre fois sur la même plage.

» Bien différentes de ces agitations oscillatoires ont été celles qui, dans ces dernières années, ont été observées sur les côtes chiliennes dans les ports où l'on ne ressentait pas le moindre mouvement du sol, mais qu'on a reconnus avoir été des effets de grands tremblements produits à distance. Les agitations de cette seconde espèce forment des ondes qui se propagent le long de la côte, et parfois jettent leurs flots sur les rivages, sans être précédés par le retrait de la mer.

» Ainsi, lors d'un violent tremblement de terre dont le maximum était à Arica (latitude 19°36′), il cessa d'être sensible à Caldora (27°4′). Or il y eut de plus des agitations de la mer, sans tremblement, vers Talcahua (latitude 35°36′) et à Coraldan (39°43′); de moindres se firent entendre aux latitudes 30°35′ et 36°39′.

» Les habitants distinguent ordinairement deux espèces de mouvements

du sol : le mouvement oscillatoire, qu'ils considèrent comme le plus dangereux pour les édifices, et le mouvement vibratoire, qui n'est souvent que l'effet de quelques grandes secousses produites à des distances considérables de l'endroit où ce mouvement se fait sentir.

» Pour les grands tremblements de terre (*terremotos*) qui détruisent les maisons, ouvrent des crevasses dans le sol et produisent des agitations de l'Océan, les secousses et les trépidations se renouvellent à divers intervalles le même jour, et il arrive que c'est la deuxième ou la troisième secousse qui produit les plus grands désastres.

» C'est une opinion assez répandue parmi les mineurs du Chili qu'un tremblement de terre ne peut jamais produire autant d'effets destructeurs dans l'intérieur d'une mine profonde qu'à la surface. Aussi un mineur expérimenté, au moment où un léger mouvement lui fait supposer un tremblement, ne se presse pas de sortir, pour gagner le jour, du fond de la galerie où il travaille. Ainsi, un fort tremblement, suivi de plusieurs autres, éclata le 26 mai, à Copiapo, produisant des fentes et des crevasses dans les murailles de plusieurs maisons et s'étendit vers les Andes, jusqu'aux mines d'argent de Chanarcillo. Je me trouvais alors dans ces mines occupé à lever des plans de travaux. La maison que j'habitais, récemment construite en pierres calcaires, s'écroula au prémier choc du tremblement. Au même instant des pierres de tous côtés roulèrent du haut de la montagne et beaucoup d'autres maisons furent endommagées, sans qu'il y eut le moindre accident dans l'intérieur des mines, dont les galeries descendaient plus de 200^m au-dessous des affleurements des filons et n'étaient pas toutes bien solidement établies.

» Les bruits souterrains qui accompagnent un tremblement doivent, en grande partie, dépendre de la nature des roches qui les transmettent. Les tremblements de terre du nord du Chili, par exemple ceux qui sont si fréquents à Coquimbo, sont presque toujours précédés ou accompagnés par des bruits souterrains; ceux du midi rarement. Il arrive aussi, surtout quand on se trouve dans la haute région des Andes, qu'on entend des bruits souterrains sans sentir le mouvement du sol.

» Il est probable aussi que la direction apparente, dans laquelle on croit sentir un tremblement (ou qu'un instrument indique), dépend de la nature et de la disposition en grand des roches au milieu desquelles le mouvement se propage.

» On n'a rien de positif et de certain sur les relations qui peuvent exister entre les tremblements de terre et l'état atmosphérique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur les tremblements de terre de l'Andalousie du 25 décembre 1884 et semaines suivantes.* Lettre de M. **F. de Botella** à M. Daubrée.

« Les villes et villages qui, sur la carte que je joins ici, sont marqués avec une croix sont entièrement détruits. Quant aux autres, Grenade et Malaga, les habitants les ont abandonnées en majeure partie et vivent dans des voitures, sous des barraques, des tentes, quelques-uns dans des cavernes, le plus grand nombre bivouaque à l'air libre, malgré le froid et la pluie qui se font sentir avec une rigueur peu commune. Il ne faut pas oublier que la région si terriblement éprouvée est sous l'influence directe de la sierra Nevada, couverte en presque totalité de neiges dans cette saison.

» Dans cette carte des lieux atteints par la catastrophe, j'ai signalé la courbe de niveau de 1000^m d'altitude et aussi pour les sierras voisines, les autres couches supérieures de 500^m en 500^m, afin que vous puissiez vous rendre compte des faits et suppléer aux conséquences qui se déduiront plus tard, lorsque la Commission qui a été nommée aura étudié ces faits et les aura fait connaître.

» En général, le tremblement de terre s'est fait sentir comme obéissant à un mouvement ondulatoire et seulement en quelques endroits, comme Torox, Nerja, Grenade et Langaron, on a signalé quelques secousses verticales.

» Les points extrêmes du mouvement sont Molena de Aragon et Madrid au nord, Lisbonne à l'ouest et Valence à l'est; très faible dans la capitale du Portugal et assez fort près du Grao de Valence pour que les eaux des puits aient été projetées au dehors. Dans la région méridionale, où les oscillations se sont fait le plus sentir et sont encore en jeu, les deux points extrêmes sont Estepona, à l'ouest de Malaga sur la côte, et Turon, ville située un peu à l'intérieur, mais à peu près sur le méridien de Adra, c'est-à-dire sur une largeur de 190^{km} environ en ligne droite.

» Les sources thermales d'Alhama, où il y a des bains très anciens, se tarirent pendant deux jours et continuèrent ensuite à couler. A 2^{km} d'Alhama et à 3^{km} de Santa Cruz, sur la rive gauche de la rivière, il s'est produit une crevasse avec d'abondantes émanations d'hydrogène sulfuré et surgissement d'une source sulfureuse très considérable, à la température d'en-

viron 40° ; d'autres crevasses de grande longueur se sont également ouvertes dans les environs.

» Dans la province de Malaga, depuis Estepona, l'onde séismique s'est surtout prononcée dans la région du Sud-Est; à Veler-Malaga, Nerja, Periana, Torox, Frigiliana, comme si sa force était venue s'accroître en butant contre le versant sud des sierras d'Alhama, d'Alimjara, de Tejea et redoublant ainsi d'intensité mécanique sur le versant opposé pour détruire Lafarraya, Ventas de Lafarraya, Alhama, Santa Cruz de Alhama, Arenas del Rey et Albuñuelas.

» Les massifs montagneux, malgré leur grande élévation (2134^{m} sierra Alhama; 1831 sierra Alimjara), n'ont cependant pas échappé aux effets de l'onde séismique, car les habitants de Comares racontent que de la partie supérieure d'un ravin de la montagne voisine ils virent avec effroi, le 27, rouler de grands quartiers de roches.

» La chaîne n'a du reste acquis son dernier relief que très récemment; ainsi, dans la plaine entre Turon au sud et Mécina-Bombarron au nord (limite est de l'oscillation actuelle), j'ai vu les couches du quaternaire relevées jusqu'à une inclinaison de 65°. La chaussée qui va de Grenade à Motril montre également, sur des coupes de 30^{m} à 40^{m} de hauteur dans le tertiaire et le quaternaire et sur une longueur de plus de 1^{km} près de Tablate, une multitude de grandes failles; cette chaussée contourne l'extrémité occidentale de la sierra Nevada. A l'autre extrémité, dans le rio de Almeria, le quaternaire apparaît aussi avec une inclinaison de 40° à 50°.

» Suivant les capitaines de deux bricks, *Isabel*, arrivé à New-York le 8 du courant, et *la Clémentine*, arrivé à Valence, ils auraient aussi senti en mer des tremblements de terre, le premier, le 18 décembre, à 29°55′ de latitude et 28°51′ de longitude; et le second, le 23 décembre, par 33° de latitude nord et 12°30′ de longitude ouest de San Fernando. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Secousses de tremblements de terre ressenties aux Açores, le 22 décembre 1884*. Note de M. **da Praia**, présentée par M. Fouqué.

« Le 22 décembre 1884, à $2^{h}30^{m}$ du matin, on a ressenti de violentes secousses de tremblement de terre dans l'île de Terceire (Açores). Les secousses se sont prolongées pendant plusieurs secondes. La direction des oscillations était est-ouest. Elles n'ont produit aucun dommage notable. »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. *Habich*, le tome IV des « Anales de construcciones civiles y de minas del Perú », que publie à Lima l'École dont il est le Directeur. Ce Volume contient un travail étendu, de M. le Professeur A. Raimondi, sur la composition des eaux potables du Pérou, et un Mémoire de M. Nolf sur l'emploi de l'électricité pour le traitement des minerais d'argent.

M. **de Jonquières** présente à l'Académie, de la part de M. *Enrico Narducci*, membre correspondant des Académies royales de Turin et des Lincei, les deux premiers Livres du *Traité de la sphère* (ce qui veut dire ici de Cosmographie) de Bartolomeo de Parme, astronome du XIIIe siècle, mis au jour pour la première fois et publiés par ses soins d'après l'unique manuscrit original, qui fait partie de la Bibliothèque Victor-Emmanuel, à Rome. (Cette publication est extraite du *Bullettino* publié par le prince Boncompagni, janvier, février et mars 1884.)

Le but de M. Narducci, comme il l'exprime dans l'Introduction de 40 pages dont il fait précéder le texte latin (1), « est de tirer de l'oubli l'œuvre d'un des esprits les plus éclairés du XIIIe siècle et de présenter le tableau des idées et des connaissances astronomiques et physiques à cette époque. En outre, cette publication d'un Ouvrage écrit au moment même où Dante mûrissait dans son esprit son vaste et sublime poème pourra servir à mitiger et même à rectifier l'opinion, trop répandue, qu'en ce siècle l'Astronomie n'était pas cultivée pour elle-même et se mettait exclusivement au service de l'Astrologie judiciaire que les princes et les républiques tenaient alors en si haute estime. »

Le Traité de Bartolomeo et même son nom n'étant cités ni dans l'*Histoire de l'Astronomie au moyen âge* de Delambre, ni dans les Ouvrages du même genre publiés en Italie ou ailleurs, ni dans aucun Dictionnaire biographique, M. Narducci aura comblé, par cette publication, une lacune que présentait la Science historique et astronomique, et l'on doit aussi savoir gré à M. le prince Boncompagni d'avoir libéralement fourni les moyens de faire cette nouvelle publication.

---

(1) Cette introduction est consacrée à d'intéressants détails bibliographiques et historiques et à l'analyse de quelques autres Ouvrages de Bartolomeo, notamment au troisième Livre de son *Traité de la sphère* qui, d'ailleurs, au point de vue scientifique, n'a pas l'importance des deux premiers.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 janvier 1885.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, 1885; 52e année. Bruxelles, F. Hayez, 1884; in-18.

Journal du Ciel. Notions populaires d'Astronomie pratique. Astronomie pour tous; par J. Vinot; 20e année, 1884. Paris, cour de Rohan, 1885; in-8°.

J. Luvini. *Sept études*. Turin, imp. Roux et Favale, 1884; in-8°.

Travaux de réforme dans les sciences médicales et naturelles dus à M. Ed. Robin. *Livre des revendications. — Lettre adressée à l'Académie des Sciences de Berlin. — Pièces ajoutées en* 1877. — *Revendication concernant la loi de la double décomposition constante entre les sels qui restent ensemble dissous.* Paris, 1878-1879; documents in-8°, accompagnés de quatre numéros de la *Gazette de l'Algérie*.

Principien der Statik monocyklischer Systeme; von H. von Helmholtz. Berlin, sans date; in-8°. (*Journal für die reine und angewandte Mathematik.*)

Astronomische Beobachtungen auf der königlichen Sternwarte zu Berlin, herausgegeben von W. Foerster; V Band. Berlin, 1884; in-4°.

The origin of crystalline rocks, a historical and critical review with an account of the crenitic hypothesis; by Th. Sterry Hunt. Montreal, Dawson, 1884; in-4°.

The basic Pathology and specific treatment of diphtheria, typhoid, zymotic, etc.; by G.-J. Ziegler. Philadelphia, Ziegler, 1884; in-12 relié.

Universidad central. Memoria estadistica del curso de 1882 *a* 1883 *y Anuario de* 1883 *a* 1884. Madrid, Gregorio Estrada, 1884; in-4°.

Atti della reale Accademia di Scienze, Lettere e Belle Arti di Palermo; vol. VIII. Palermo, tipogr. del *Giornale di Sicilia*, 1884; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 12 janvier 1885).

Page 102, ligne 12, la ormule doit être rétablie ainsi :

$$\frac{1}{K} = \frac{\pi\varphi}{\omega} + \sqrt{1 + \left(\frac{\pi\varphi}{\omega}\right)^2}.$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JANVIER 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la limite d'exactitude des formules différentielles employées dans la réduction des observations méridiennes;* par M. M. Lœwy.

« Nous avons fait connaître, dans les *Comptes rendus* de la semaine dernière, la grandeur limite des constantes instrumentales qui permettent de substituer à l'équation (1) la formule approchée. Nous allons maintenant nous livrer à une recherche analogue, relative aux équations (2) et (3), servant pour passer des erreurs instrumentales se rapportant à l'horizon à celles qui se rapportent à l'équateur. Les valeurs de α et β reposent généralement sur la moyenne d'un grand nombre de déterminations physiques ou astronomiques : il faut donc obtenir dans cette transformation une précision élevée, d'autant plus que les valeurs obtenues pour m et n doivent servir à la réduction de nombreuses séries d'observations. L'ordre de petitesse de l'erreur commise dans le calcul de m et n doit donc être bien inférieur à celui de l'erreur à craindre sur l'observation.

En opérant comme pour l'équation (1), on a

$$n - \frac{n^3}{6}\sin^2 1'' = \sin\varphi\left(\beta - \frac{\beta^3}{6}\sin^2 1''\right) - \cos\varphi\left(1 - \frac{\beta^2}{2}\sin^2 1''\right)\left(\alpha - \frac{\alpha^3}{6}\sin^2 1''\right),$$

$$\left(m - \frac{m^3}{6}\sin^2 1''\right)\left(1 - \frac{n^2}{2}\sin 1''\right)$$
$$= \cos\varphi\left(\beta - \frac{\beta^3}{6}\sin^2 1''\right) + \left(1 - \frac{\beta^2}{2}\sin^2 1''\right)\left(\alpha - \frac{\alpha^3}{6}\sin^2 1''\right)\sin\varphi;$$

il en résulte

$$n = \beta\sin\varphi - \alpha\cos\varphi + \frac{\sin^2 1''}{6}(n^3 - \beta^3\sin\varphi - 3\alpha\beta^2\cos\varphi + \alpha^3\cos\varphi),$$

$$m = \beta\cos\varphi + \alpha\sin\varphi + \frac{\sin^2 1''}{6}(m^3 + 3mn^2 - \beta^3\cos\varphi - 3\alpha\beta^2\sin\varphi - \alpha^3\sin\varphi).$$

» En faisant usage des formules approchées, les termes négligés sont

$$a = \frac{\sin^2 1''}{6}(n^3 - \beta^3\sin\varphi - 3\alpha\beta^2\cos\varphi + \alpha^3\cos\varphi),$$

$$b = \frac{\sin^2 1''}{6}(m^3 + 3mn^2 - \beta^3\cos\varphi - 3\alpha\beta^2\sin\varphi - \alpha^3\sin\varphi);$$

en remplaçant dans ces expressions n par $\beta\sin\varphi - \alpha\cos\varphi$ et m par $\beta\cos\varphi + \alpha\sin\varphi$ et en ne conservant que les termes dépendant du cube, on arrive aux deux expressions suivantes :

$$a = \cos\varphi\frac{\sin^2 1''}{6}(\alpha^3\sin^2\varphi - \beta^3\sin\varphi\cos\varphi + 3\alpha\beta^2\cos^2\varphi + 3\beta\alpha^2\sin\varphi\cos\varphi),$$

$$b = \cos\varphi\frac{\sin^2 1''}{6}(2\alpha^3\sin\varphi\cos\varphi + 2\beta^3\sin^2\varphi - 6\alpha\beta^2\sin\varphi\cos\varphi + 3\beta\alpha^2\cos 2\varphi);$$

il faut donc que chacune de ces deux expressions, prises à part, soit plus petite que l'erreur ε, que nous supposons admissible pour l'erreur de réduction. On obtient ainsi

$$\text{(D)}\quad \alpha^3\sin^2\varphi - \beta^3\sin\varphi\cos\varphi + 3\alpha\beta^2\cos^2\varphi + 3\beta\alpha^2\sin\varphi\cos\varphi \leqq \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''\cos\varphi},$$

$$\text{(E)}\quad 2\alpha^3\sin\varphi\cos\varphi + 2\beta^3\sin^2\varphi - 6\alpha\beta^2\sin\varphi\cos\varphi + 3\beta\alpha^2\cos 2\varphi \leqq \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''\cos\varphi}.$$

» En mettant β^3 en facteur commun et en posant $\frac{\alpha}{\beta} = \gamma$, on a ainsi

$$\text{(F)}\quad \beta^3(\gamma^3\sin^2\varphi + 3\gamma^2\sin\varphi\cos\varphi + 3\gamma\cos^2\varphi - \sin\varphi\cos\varphi) \leqq \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''\cos\varphi},$$

$$\text{(G)}\quad \beta^3(\gamma^3\sin 2\varphi + 3\gamma^2\cos 2\varphi - 3\gamma\sin 2\varphi + 2\sin^2\varphi) \leqq \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1''\cos\varphi}.$$

» En adoptant pour γ une valeur arbitraire, on calculera, au moyen de ces deux expressions, la limite de β; on sera sûr alors que, pour une valeur plus faible de β combinée avec la valeur correspondante de α, les termes cubes seront négligeables; mais, en opérant ainsi, on n'arrivera pas au résultat inverse, c'est-à-dire qu'une limite plus faible de α ne fournira pas, avec la limite de β ainsi combinée, une valeur plus forte des termes cubes. En effet, considérons l'expression (G), on voit facilement que

$$\frac{dG}{d\gamma} = 3\gamma^2 \sin 2\varphi + 6\gamma \cos 2\varphi - 3 \sin 2\varphi$$

peut être positif ou négatif. Quelle que soit la valeur de γ, on trouvera toujours une latitude qui fera que $\frac{dG}{d\gamma}$ sera positif ou négatif. Si la dérivée est négative, alors, pour une valeur plus faible de γ, les termes cubes dépasseront les limites fixées pour leur grandeur. S'il s'agissait donc de calculer les limites pour une latitude déterminée, il faudrait chercher pour quelle valeur de γ les termes cubes en b deviennent maxima. On obtiendra ainsi, en général, pour γ un autre nombre que l'unité, et par suite des valeurs différentes de α et de β. Pour avoir néanmoins des limites de même grandeur, on adoptera alors pour limite de ces éléments la plus faible valeur des deux. En choisissant, comme précédemment, le rapport $\gamma = \pm 1$, on aura

$$(a')\quad \beta^3(\pm \sin^2\varphi + 3 \sin\varphi \cos\varphi \pm 3\cos^2\varphi - \sin\varphi \cos\varphi) \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi},$$

$$(b')\quad \beta^3(\pm \sin 2\varphi + 3 \cos 2\varphi \mp 3 \sin 2\varphi + 2\sin^2\varphi) \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi}.$$

» Quel que soit le signe de la latitude, nous n'avons qu'à considérer dans l'expression (a') pour γ le signe $+$, car l'expression entre parenthèses sera toujours plus forte qu'en introduisant, pour γ et φ, des signes différents. Nous obtenons ainsi

$$\beta^3(\sin^2\varphi + 3 \sin\varphi \cos\varphi + 3\cos^2\varphi - \sin\varphi \cos\varphi) \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi}$$

ou

$$\beta^3\left[2 + \sqrt{2} \sin(45^\circ + 2\varphi)\right] \overset{=}{<} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi};$$

par conséquent, l'expression

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{6\varepsilon}{[2 + \sqrt{2} \sin(45 + 2\varphi) \sin^2 1'' \cos\varphi]}}$$

nous permettrait de calculer rigoureusement les limites pour toutes les latitudes, s'il ne s'agissait que de satisfaire à l'équation (a'). En passant à l'équation (b') pour des latitudes positives et en considérant $\gamma = -1$, on arrive au maximum des valeurs des termes cubes. On obtient ainsi

$$\beta^3(2\sin^2\varphi + 3\sin 2\varphi + 3\cos 2\varphi - \sin 2\varphi) \overline{\gtrless} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi}$$

ou

$$\beta^3[1 + 2\sqrt{2}\sin(45 + 2\varphi)] \overline{\gtrless} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi};$$

pour des latitudes négatives, on obtient le maximum de l'expression, en supposant $\gamma = +1$. On arrive ainsi au même résultat que pour les latitudes boréales.

» Pour satisfaire aux véritables limites, il faut donc, en vertu des formules (a') et (b'), satisfaire à la fois aux expressions suivantes, dans lesquelles φ est toujours considéré comme positif:

$$(c) \qquad \beta^3[1 + 2\sqrt{2}\sin(45^\circ + 2\varphi)] = \beta^3 c' \overline{\gtrless} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi},$$

$$(d) \qquad \beta^3[2 + 2\sqrt{2}\sin(45^\circ + 2\varphi)] = \beta^3 c'' \overline{\gtrless} \frac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi}.$$

Afin que les termes cubes ne dépassent jamais $\pm\varepsilon$, il faut donc calculer les limites par celle des deux formules qui donne, pour le produit $\beta^3 c$, la valeur la plus forte. Par conséquent, la formule (a) sera applicable aux latitudes qui donnent, pour $\beta^3 c'$, des valeurs plus fortes que $\beta^3 c''$, et la formule (d) sera employée dans le cas contraire.

» La différence des coefficients $c' - c''$ étant égale à

$$1 - \sqrt{2}\sin(45^\circ + 2\varphi),$$

on reconnaît immédiatement que le coefficient dans (c) est plus fort que celui de (d) pour toutes les valeurs positives de φ, de 0° à 45°, et plus faible au contraire pour φ de 45° à 90°; on devra donc calculer les limites à l'aide de la formule (c) pour $\varphi = 0$ à $\varphi = 45^\circ$ et avec la formule (d) pour $\varphi = 45^\circ$ à 90°. Ces formules ne sont pas très compliquées; cependant il est désirable d'avoir une expression générale et unique permettant de juger immédiatement la valeur des limites. On arrive à ce but en cherchant respectivement les valeurs des deux latitudes pour lesquelles c' et c'' deviennent deux maxima. On obtient ainsi les maxima

$$c' = 1 + 2\sqrt{2} = 3{,}828 \quad \text{et} \quad c'' = 1 + \sqrt{2} = 3{,}414;$$

par suite, l'expression la plus générale pour les limites s'obtiendra par la formule

$$\alpha \text{ et } \beta \lesseqgtr \sqrt[3]{\frac{6\varepsilon}{3,828 \sin^2 1'' \cos\varphi}},$$

et, en adoptant pour ε la valeur $0'',01$, on obtient l'expression de la limite

$$\alpha \text{ et } \beta \lesseqgtr \frac{58^s}{\sqrt[3]{\cos\varphi}}.$$

» Le Tableau suivant contient les valeurs limites de β et α calculées pour toutes les latitudes à l'aide des formules exactes et de la formule approchée :

Tableau des valeurs limites de β et α.

φ.	Formule (c).	Formule (d).	Formule générale.
0°	63ˢ	»ˢ	58ˢ
10	60	»	58
20	59	»	59
30	62	»	61
40	67	»	64
45	71	71	65
50	»	75	67
60	»	86	73
70	»	106	83
80	»	146	104
90	»	∞	∞

» Comme on le remarque dans le Tableau, on obtiendra, par la formule générale, une expression qui sera suffisamment exacte pour tous les besoins de la pratique. On voit qu'au pôle les limites sont infinies. Dans ce cas, quelles que soient les grandeurs des erreurs instrumentales, α devient égal à m et β à n, ce que les formules approchées indiquent aussi bien que les formules rigoureuses.

» Dans le cas où les erreurs instrumentales dépasseraient la limite fixée pour leur grandeur, il nous reste à fournir un procédé pratique permettant de tenir compte du terme cube dans la réduction des polaires à l'aide de la formule (1). Le terme cube qu'il s'agit d'évaluer est le suivant :

$$\frac{\sin^2 1''}{6}[\tang\delta(1+\sec^2\delta)n^3+3cn^2\sec^3\delta+3c^2n\tang\delta\sec^2\delta+c^3\tang^2\delta\sec\delta];$$

en remplaçant $\tang^2\delta$ par $(\sec^2\delta-1)$ et $\tang\delta$ par $\sec\delta-\frac{1}{2\sec\delta}$, on obtient

$$\frac{\sin^2 1''}{6}\left[(n+c)^3\sec^3\delta+\frac{n^3}{2}\left(3\sec\delta-\frac{1}{\sec\delta}\right)-3\frac{nc^2}{2}\sec\delta-c^3\sec\delta\right],$$

et en négligeant $\frac{1}{\text{séc}\,\delta}$, qui est du second ordre de petitesse par rapport à $3\,\text{séc}\,\delta$, on obtient l'expression suivante pour le terme cube dont il faut tenir compte :

$$R^3 = \frac{\sin^2 1''}{6}\left[(n+c)^3\,\text{séc}^3\,\delta + \text{séc}\,\delta\left(3\frac{n^3}{2} - 3\frac{nc^2}{2} - c^3\right)\right].$$

» On voit que le terme principal est représenté par $(n+c)^3\,\text{séc}^3\,\delta$, et l'on peut faire abstraction du deuxième terme, qui est représenté par le coefficient de $\text{séc}\,\delta$, à la condition toutefois que

$$\text{séc}\,\delta\left(3\frac{n^3}{2} - 3\frac{nc^2}{2} - c^3\right)\frac{\sin^2 1''}{6} \quad \text{soit} \quad \overset{=}{<} \varepsilon\,\text{séc}\,\delta \quad \text{ou} \quad 3n^3 - 3nc^2 - 2c^3 \overset{=}{<} \frac{12\varepsilon}{\sin^2 1''}.$$

» Cette condition sera certainement réalisée lorsque, en supposant n et c positifs,

$$3n^3 + 3nc^2 + 2c^3 \quad \text{sera} \quad \overset{=}{<} \frac{12\varepsilon}{\sin^2 1''},$$

et, en adoptant le rapport $\frac{n}{c} = 1$, on a

$$(a) \qquad n \quad \text{ou} \quad c \overset{=}{<} \sqrt[3]{\frac{12\varepsilon}{8\sin^2 1''}} = 57^s,4.$$

» On voit que la formule

$$(1) \qquad (\tau - m) = n\,\text{tang}\,\delta + c\,\text{séc}\,\delta + (n+c)^3\,\text{séc}^3\,\delta\,\frac{\sin^2 1''}{6}$$

sera rigoureuse pour toutes les valeurs où la grandeur des erreurs instrumentales ne dépassera pas 57^s.

» Par la discussion des expressions précédentes, on peut encore arriver à une autre formule de réduction. Nous avons

$$\frac{\sin(\tau - m)}{\sin 1''} = n\,\text{tang}\,\delta + c\,\text{séc}\,\delta + [(3cn^2 - c^3)\,\text{séc}\,\delta + 2n^3\,\text{tang}\,\delta]\,\frac{\sin^2 1''}{6};$$

par suite, la formule $\frac{\sin(\tau - m)}{\sin 1''} = n\,\text{tang}\,\delta + c\,\text{séc}\,\delta$ sera exacte tant que

$$\frac{\sin^2 1''}{6}[(3cn^2 - c^3)\,\text{séc}\,\delta + 2n^3\,\text{tang}\,\delta] \quad \text{sera} \quad \overset{=}{<} 0,01\,\text{séc}\,\delta$$

ou

$$3cn^2 - c^3 + 2n^3 \overset{=}{<} \frac{0,06}{\sin^2 1''},$$

et, en opérant comme précédemment, on a

$$(b) \qquad n \quad \text{ou} \quad c \overset{=}{<} \sqrt[3]{\frac{0,01}{\sin^2 1''}} = 50^s\,1;$$

par conséquent, la formule $\frac{\sin(\tau - m)}{\sin 1''} = n \tang\delta + c \operatorname{séc}\delta$ pourra être employée pour toutes les valeurs de n et c inférieures à 50^s.

» En résumé, l'emploi de la formule (a) est un peu plus exact, mais la formule (b) a l'avantage d'une expression analytique plus simple. Pour faciliter l'emploi de la formule (1) et en supposant n et c exprimés en secondes de temps, nous donnons une petite Table qui fournit les valeurs du facteur $\frac{15^2 \operatorname{séc}^3 \delta \sin^2 1''}{6}$.

88°.35'.....	0,0001	89°.26'.....	0,0009	89°.47'.....	0,016
40.....	0,0001	28.....	0,0011	48.....	0,021
45.....	0,0001	30.....	0,0013	49.....	0,027
50.....	0,0001	32.....	0,0016	50.....	0,036
55.....	0,0001	34.....	0,0020	51.....	0,049
89.0.....	0,0002	36.....	0,0026	52.....	0,070
5.....	0,0002	38.....	0,0034	53.....	0,104
10.....	0,0003	40.....	0,0045	54.....	0,166
15.....	0,0004	42.....	0,0061	55.....	0,286
20.....	0,0006	44.....	0,0087	56.....	0,560
25.....	0,0009	46.....	0,0130	57.....	1,326

CHIMIE. — *Sur la neutralité chimique des sels et sur l'emploi des matières colorantes dans le dosage des acides*; par M. **Berthelot**.

« 1. La neutralité chimique des sels est définie par le rapport équivalent entre l'acide et la base qui se combinent exactement. Dans les analyses il est souvent commode de le constater au moyen d'une matière colorante, susceptible de prendre des teintes différentes en présence du sel neutre et en présence de l'acide ou de la base libre. Jusqu'à ces dernières années le tournesol était presque seul employé pour cette destination. Il accuse surtout la neutralisation des alcalis fixes par les acides forts : les sels formés par les autres bases ou par les autres acides étant partiellement décomposés par l'eau, avec mise en liberté d'acide et de base, qui empêchent la neutralisation parfaite et le virage de la matière colorante. J'ai établi que cette décomposition distingue et définit les acides forts et les acides faibles, les bases fortes et les bases faibles, en 1873, par mes expériences thermiques sur les doubles décompositions salines (*Essai sur la Mécanique chimique*, t. II, p. 196). La réaction des acides sur la teinture de tournesol exprime en définitive le déplacement d'un acide très faible, coloré en rouge, lequel a lieu en totalité *et sans partage appréciable*, lorsque le sel qui prend nais-

sance n'est pas décomposé par l'eau d'une manière sensible. Mais, si le sel principal éprouve un commencement de décomposition, il en résulte quelque trace de sel bleu avec l'acide du tournesol, sel bleu dont la teinte atténue la coloration rouge de cet acide, et exige l'emploi d'un excès notable de l'acide principal pour saturer la base plus complètement; le virage est donc progressif et la teinte de la liqueur sans netteté.

» Il est une autre circonstance qu'il convient d'envisager aussi : c'est la force relative de l'acide du tournesol lui-même. Pour que la liqueur vire brusquement, il faut que cet acide soit déplacé complètement, ou sensiblement, par l'acide antagoniste. S'il y a partage, la teinte manque de netteté. Il pourra même arriver qu'un corps uni aux bases soit plus faible que l'acide du tournesol, auquel cas il sera déplacé par ce dernier, au lieu d'en décomposer les sels alcalins : circonstance qui paraît se présenter en effet avec les alcoolates alcalins. Ces divers déplacements sont corrélatifs, en définitive, des deux circonstances fondamentales qui dominent toute la statique chimique des dissolutions, à savoir : la prépondérance thermique relative des acides comparés entre eux, et le degré de dissociation par l'eau des sels que forment ces mêmes acides.

» Dans ces derniers temps, plusieurs matières colorantes nouvelles, douées de propriétés spéciales, ont été introduites dans l'analyse chimique. Tantôt ces matières accusent la neutralité, dans des cas où le tournesol se trouve en défaut; tantôt elles manifestent des degrés divers dans la neutralité des acides polybasiques, degrés correspondant à la complexité de leur fonction. C'est ainsi que M. Joly a signalé récemment deux matières colorantes, dont l'une définit l'acide phosphorique comme monobasique, tandis que l'autre définit ce même acide comme bibasique. Ces résultats sont conformes à ceux que nous avons établis, M. Louguinine et moi, par nos expériences thermiques (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e s., t. IX, p. 33 et 42), d'après lesquelles le deuxième équivalent de base des phosphates est combiné à un titre différent du premier; la combinaison de l'acide phosphorique avec un troisième équivalent de base, qui n'est pas accusée par les mêmes réactifs colorés, répond à son tour à une fonction différente des deux autres.

» Dans le présent Mémoire, je me propose de généraliser ces résultats et de donner l'interprétation thermique des effets qui distinguent les nouvelles matières colorantes. Il suffit, pour cela, d'observer que ces matières colorantes sont des acides et des sels, et que leurs réactions propres sont régies par les lois de la statique saline.

» 2. Examinons donc les déplacements réciproques des acides. Aux nom-

breuses expériences calorimétriques que j'ai déjà exécutées ([1]), j'ajouterai les suivantes, qui définissent plus complètement la question; il s'agit des déplacements réciproques entre les acides phosphorique, chromique, borique, phénique et cyanhydrique :

(1) $\begin{cases} PO^8H^3 (1^{mol} = 6^{lit}) + 3\,CrO^4K (1^{éq} = 2^{lit}),\ \text{à } 8^{\circ} \ldots\ldots + 3^{Cal},42 \\ PO^8Na^2H (1^{mol} = 4^{lit}) + Cr^2O^7K (1^{éq} = 4^{lit}),\ \text{à } 8^{\circ} \ldots\ldots - 0^{Cal},28 \end{cases}$

» Le premier nombre répond à peu près à la transformation du système en phosphate monobasique, bichromate et chromate neutre :

$$PO^8KH^2 + Cr^2O^7K + CrO^4K + HO,$$

laquelle doit dégager ([2]), d'après les données connues,

$$+ (14,7 + 13,4 + 12,4 = 40,5) - (3 \times 12,4 = 37,2) = + 3,2.$$

» Le second nombre répond sensiblement à la formation du phosphate monobasique et du chromate neutre : $PO^8NaH^2 + 2CrO^4K$, laquelle doit absorber, dans l'état dissous,

$$(+ 14,7 + 2 \times 12,4 = + 39,5) - (+ 26,3 + 13,4 = 39,9) = - 0,2.$$

» En d'autres termes, l'acide chromique enlève presque en totalité au phosphate de soude bibasique son deuxième équivalent de soude : précisément comme le font les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e s., t. IX, p. 40). Cette neutralisation presque totale de l'acide chromique, en présence du phosphate bibasique, est accusée par le changement de teinte de la liqueur, qui ne se distingue pour ainsi dire plus d'une solution de chromate neutre.

» On se rend compte de ces réactions en calculant la chaleur de formation des sels *solides* à partir de l'acide et de la base *dissous*, conformément à un mode de comparaison approximatif, que j'ai souvent suivi (*Ann. de Chimie*, 6e s., t. I, p. 96), en tenant compte des hydrates stables. En effet, la formation du phosphate bibasique, ainsi calculée à partir du sel monobasique et de la soude, dégage environ $+ 5^{Cal}$, valeur applicable sensiblement aux sels de potasse. En l'ajoutant à la chaleur de formation du bichromate ($+ 21^{Cal},9$), on ne parvient pas à compenser la chaleur de formation de 2 équivalents de chromate neutre ($+ 30^{Cal},4$); contrairement à

([1]) *Annales de Chimie*, 4e série, t. XXIX, p. 433; *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 584.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 23 : *Sur les phosphates*; en commun avec M. Louguinine. — Même Recueil, 6e série, t. I, p. 94 : *Sur les chromates*.

ce qui arrive avec les acides chlorhydrique, acétique et même carbonique, dont les sels ont des chaleurs de formation plus considérables.

» 3. De là résulte une conséquence fort intéressante pour la théorie des réactifs colorés. En effet, le bichromate de potasse possède un pouvoir tinctorial en rouge assez grand pour être employé comme matière colorante, en quantité très petite et susceptible de définir la limite de la neutralisation; la teinte jaune répondant au chromate neutre peut être aisément distinguée de celle du bichromate.

» J'ai fait ainsi des déterminations alcalimétriques sur les dissolutions titrées des acides sulfurique, chlorhydrique, mono et trichloracétique, tartrique, citrique, etc.; lesquelles ont fourni les limites exactes de neutralisation (200^{div} de soude titrée). Réciproquement les alcools proprement dits, tels que la glycérine et la mannite, n'ont manifesté aucune aptitude à neutraliser les alcalis. Le phénol également. A la vérité, il a fourni dès la première goutte d'alcali une coloration rouge foncé; mais celle-ci, due à quelque oxydation accessoire, a disparu d'elle-même après une demi-minute, en devenant jaune clair.

» 4. Ces derniers faits s'expliquent par les expériences calorimétriques :

	Cal
$C^{12}H^6O^2(1^{éq}=5^{lit}) + CrO^4K(1^{éq}=2^{lit})$, à 8°........	$-0,01$
$C^{12}H^6O^2(1^{éq}=5^{lit}) + KO(1^{éq}=2^{lit})$, à 8°.........	$+7,90$
On ajoute $Cr^2O^7K(1^{éq}=4^{lit})$.....................	$+3,61$

» La somme 11,51 est sensiblement la même que la chaleur dégagée par la saturation du bichromate par la potasse (11,4).

» En d'autres termes, le phénol n'agit pas sensiblement sur le chromate neutre, le phénate étant décomposé entièrement par le bichromate.

» Ces réactions s'expliquent comme pour les phosphates, si l'on remarque que la formation du phénate de potasse solide, calculée de même, dégage seulement $+6^{Cal},5$, quantité insuffisante pour compenser l'écart $+30^{Cal},4 - 21^{Cal},9$, qui existe entre le chromate neutre et le bichromate.

» De même l'acide cyanhydrique

$CyH(1^{éq}=2^{lit}) + CrO^4K(1^{éq}=2^{lit})$, à 9°,4.....	$-0^{Cal},17$
$CyK(1^{éq}=4^{lit}) + Cr^2O^7K(1^{éq}=4^{lit})$...........	$+8^{Cal},66$

» Le premier chiffre ne se distingue guère de la dilution; le second répond à un déplacement total ou sensiblement ($11,4 - 2,9 = 8,5$).

» Ici encore la chaleur de formation du cyanure solide (+ 6,0) ne compense pas l'écart des deux chromates.

» 5. L'acide phosphorique manifeste les résultats les plus remarquables.

En effet, cet acide a donné lieu au virage d'une trace de bichromate employé comme matière colorante, lorsqu'on a ajouté à sa solution normale ($71^{gr} PO^5 = 6^{lit}$) 67^{div} de soude titrée, soit exactement le *tiers de la dose nécessaire pour saturer un équivalent* ($49^{gr} SO^4H = 2^{lit}$) d'acide sulfurique.

» Le bichromate de potasse employé comme colorant tend donc à établir que l'acide phosphorique est monobasique, précisément comme l'hélianthine A de M. Joly, et cette propriété est en relation directe avec les expériences thermiques que je viens d'exposer. Il est probable que l'explication est la même pour l'hélianthine A que pour le bichromate de potasse : c'est-à-dire qu'il s'agit, dans les deux cas, d'un acide fort (acide ou sel acide), doué de propriétés colorantes, lequel décompose presque entièrement les phosphates, dès qu'ils dépassent les rapports de monobasicité.

» 6. Ces analogies peuvent être poussées plus loin. En effet, les expériences thermiques (*Annales de Chimie*, 5e série, t. IX, p. 41) montrent que les acides phosphorique et acétique se partagent le second équivalent de soude combiné à l'acide phosphorique. Or l'acide acétique, teinté de bichromate, commence à virer dès l'addition de 180^{div} de soude, la neutralisation totale n'ayant lieu qu'à 200^{div}. Avec l'hélianthine A, le virage est également progressif, surtout depuis 150^{div}, et il manque de netteté. L'acide borique teinté par le bichromate manque également de netteté et commence à virer vers 30^{div} environ, le phénomène étant progressif.

» Les expériences calorimétriques rendent compte de ces effets :

$$\left.\begin{array}{ll} B^2O^6(1^{mol} = 4^{lit}) + 2CrO^4K(1^{éq} = 2^{lit}),\ \text{à}\ 8^o 5 \ldots & +1^{Cal},00 \\ B^2O^7Na(1^{éq} = 4^{lit}) + Cr^2O^7K(1^{éq} = 4^{lit}) \ldots\ldots & -0^{Cal},65 \end{array}\right\} N - N' = +1,65.$$

$$\text{Directement} \ldots\ldots \quad 13,6 - 11,8 = +1,8.$$

Ces chiffres accusent le même partage, qui se traduit par les variations successives de la teinte du bichromate. Ce partage paraît dû en partie à la stabilité des hydrates de borax.

» 7. L'hélianthine A se comporte à peu près comme le bichromate de potasse. Elle vire nettement et à la limite théorique avec les acides forts, sulfurique, chlorhydrique, trichloracétique, et même avec le bichromate de potasse, autant que la teinte de ce dernier permet de le reconnaître. Avec l'acide phosphorique, le virage a lieu au tiers, et avec l'acide phosphoreux à la moitié; c'est-à-dire qu'il accuse ces corps comme monobasiques. L'acide acétique et l'acide citrique sont progressifs. Les acides borique, cyanhydrique, aussi bien que les alcools : glycérine, mannite, phénol, résorcine, virent par la première goutte de soude; ce qui semble exclure tout partage notable de la base entre ces corps et la matière colorante. L'expli-

cation thermique me paraît donnée en général par les expériences faites avec le bichromate de potasse employé comme colorant.

» 8. J'ai poursuivi cette étude sur les acides faibles, tels que les acides phénique et cyanhydrique, opposés à l'acide phosphorique,

$C^{12}H^6O^2$ ($1^{éq} = 5^{lit}$) + PO^8Na^3 ($1^{mol} = 12^{lit}$), à 9°. . . . . + 0,60
$2C^{12}H^6O^2$ ($1^{éq} = 5^{lit}$) + PO^8Na^2H ($1^{éq} = 4^{lit}$), à 9°. . . . . — 1,20

» D'après la première expérience, le phénol prend le troisième équivalent de base du phosphate tribasique; cette réaction devant dégager, suivant les mesures directes faites à la même température : $+7,9 - 7,3 = +0,6$. D'après la deuxième, le phénol partage la base du phosphate bibasique et en prend environ le tiers dans les conditions ci-dessus ($11,6 - 7,9 = 3,7$). Enfin, d'après une troisième expérience calorimétrique, le phénate de potasse n'agit pas sensiblement sur le phosphate de soude bibasique : ce qui concorde avec la première expérience.

» Ceci s'explique encore en remarquant que la chaleur de formation du phosphate de soude tribasique solide, depuis le sel bibasique dissous, est sensiblement nulle, de même que celle des alcoolates ordinaires, et elle est dès lors surpassée entièrement par celle du phénate (+ 6,5) : celle-ci l'emporte même un peu sur celle du phosphate bibasique, à partir du sel monobasique (+ 4,6); sauf à être compensée en partie, dans ce cas, par la formation des hydrates salins stables.

» 9. Il résulte de là que, si le phénate de potasse possédait des propriétés tinctoriales, il pourrait être employé pour mesurer la limite de saturation qui répond à la formation du phosphate bisodique; c'est-à-dire qu'il accuserait l'acide phosphorique comme bibasique.

» Il titrerait d'ailleurs les acides sulfurique, chlorhydrique, acétique, tartrique, etc., et le bichromate de potasse, ainsi que l'acide phénique lui-même, comme monobasiques.

» 10. Ces diverses circonstances correspondent aux propriétés de l'hélianthine B, réactif propre à titrer d'une part les acides sulfurique, chlorhydrique, acétique et chloracétiques, tartrique, citrique, borique, ainsi que le bichromate de potasse comme monobasiques; les acides phosphorique et phosphoreux comme bibasiques. Les alcools vrais, glycérine, mannite, n'influent pas sur la réaction de la soude. Au contraire, le phénol, la résorcine et l'acide cyanhydrique se comportent comme acides monobasiques avec ce réactif colorant; mais le virage s'opère peu à peu, surtout vers la limite.

» 11. Ce sont encore là des propriétés qui rappellent le phénate de

potasse, lequel partage son alcali avec l'acide cyanhydrique, ainsi que le montrent les mesures que voici :

$$\begin{cases} C^{12}H^5KO^2(1^{éq} = 7^{lit}) + CyH(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 9^o,5 \ldots\ldots & -3,22 \\ C^{12}H^6O^2(1^{éq} = 5^{lit}) + CyK(1^{éq} = 4^{lit}), \text{ à } 9^o,2 \ldots\ldots & +1,82 \end{cases}$$

N — N' = 5,04. Or, d'après les mesures directes : 7,9 — 2,9 = 5,0.

» La chaleur de formation du phénate et du cyanure solides, calculée comme plus haut, est sensiblement la même (6,5 et 6,0) : ce qui rend compte du partage.

» 12. La phtaléine du phénol, réactif incolore en solution acide, se comporte à peu près comme l'hélianthine B (sauf avec le phénol et l'acide borique) : elle titre nettement les acides sulfurique, chlorhydrique, acétique, tartrique, citrique. Elle accuse l'acide phosphorique comme bibasique. D'ailleurs elle n'est pas modifiée par les alcools, glycérine, mannite, phénol; mais elle donne lieu à des virages progressifs avec les acides borique et cyanhydrique.

» 13. En résumé, la théorie thermique explique les propriétés diverses du tournesol, de la phtaléine et des hélianthines ; elle indique en même temps l'existence possible de nombreux autres réactifs colorants, intermédiaires et même spécifiques pour certains acides, suivant l'ordre de grandeur de la chaleur de leurs combinaisons avec les bases et le degré de stabilité de ces combinaisons en présence de l'eau. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la pyro-électricité de la topaze.* Note de MM. **C. Friedel** et **J. Curie**.

« L'un de nous a fait voir, il y a quelque temps [1], que la topaze possède un axe de pyro-électricité parallèle à l'axe du prisme. Comment ceci pouvait-il s'accorder avec les observations contradictoires faites par les savants qui se sont occupés de cette question, en particulier avec celles de Riess et Rose qui niaient l'axe vertical et admettaient un axe horizontal avec des pôles centraux ?

» Nous avons repris l'étude de cette question, pour chercher à expliquer ces divergences et aussi pour trouver la cause de certaines anomalies que nous avions remarquées dans nos expériences.

» Nous avons opéré, en général, en plaçant le cristal sur un petit support

---

[1] C. Friedel, *Bulletin de la Société minéralogique*, t. II, p. 31; 1879.

métallique à crémaillère en communication avec la terre et en amenant la face voulue en contact avec la base d'un petit cylindre de laiton chauffé et suspendu au-dessus d'elle par un fil de platine fin, en communication avec deux des secteurs de l'électromètre Thomson-Mascart. On évite ainsi les effets pouvant être dus au frottement.

» D'autres fois, nous avons, pour éviter mieux encore ceux-ci, déposé le cristal sur une lame métallique isolée et en communication avec l'électromètre, recouvert la face opposée à celle qui était en contact avec le métal d'une feuille d'étain, et amené cette dernière en contact avec la demi-sphère chauffée, elle-même en communication avec la Terre. Les résultats obtenus des deux manières sont concordants. Il n'est pas nécessaire d'ajouter qu'il faut toujours s'assurer à l'avance que le cristal n'est pas chargé d'électricité et qu'on ne peut pas, en général, faire plusieurs expériences de suite sur un même cristal.

» On ne peut pas se contenter de saisir le cristal avec une pince, de le chauffer, puis, après l'avoir laissé refroidir quelque temps, d'approcher ses diverses parties de la sphère métallique ou d'un fil en communication avec l'électromètre. On obtient bien ainsi des indications très énergiques, mais leur signe varie avec les points par lesquels on tient le cristal, la pince métallique agissant comme un corps conducteur qui décharge ces points, ou en les refroidissant plus rapidement que le reste du cristal. Ce fait montre que le procédé expérimental de M. Hankel, qui consiste à chauffer et à laisser refroidir le cristal partiellement entouré de limaille métallique, laisse fortement prise à la critique et est peu fait pour donner des résultats comparables à ceux obtenus dans des conditions de refroidissement ou d'échauffement plus simples.

» *Axe parallèle à l'axe du prisme.* — Nous avons commencé par reprendre les expériences faites par l'un de nous, aux deux extrémités de l'axe. Nous avons opéré surtout sur de nombreux fragments de clivage de topaze jaune du Brésil.

» Nous avons constaté de nouveau qu'il existe un axe de pyro-électricité dirigé parallèlement aux arêtes du prisme. Dans quelques cas pourtant, nous avons trouvé des pôles de même signe aux deux extrémités du fragment. En clivant celui-ci, nous avons pu le plus souvent le diviser en parties ayant sur leurs deux bases des polarités opposées.

» Ainsi, par exemple, nous avons examiné un cristal de topaze jaune du Brésil présentant un sommet et une face de clivage; ces deux extrémités étaient négatives par refroidissement.

» Après avoir clivé la topaze par le milieu, nous avons trouvé que l'un des morceaux était devenu régulièrement pyro-électrique, c'est-à-dire que ses extrémités étaient maintenant de signes électriques opposés. L'autre fragment avait conservé ses deux extrémités de même signe, quoique avec des intensités différentes.

» Les deux faces de clivage qui étaient primitivement en contact se sont montrées de signes opposés.

» Nous avons observé des faits analogues sur plusieurs cristaux.

» Nous pensons que ce fait peut s'expliquer par des mâcles parallèles à la base; celles-ci, si elles existaient, ne se révéleraient ni au point de vue cristallographique, ni par les propriétés optiques, mais seulement par une identité de signe électrique sur les deux bases, qui implique aussi celle des bases accolées.

» Nous ferons observer que dans les cristaux pyro-électriques mâclés, tels que la boracite, les extrémités de même signe des axes de pyro-électricité des cristaux élémentaires composants viennent se mettre en regard; ce sont en effet, pour la boracite, les petites diagonales des rhombes, qui aboutissent trois par trois aux angles trièdres du pseudododécaèdre rhomboïdal.

» Pour les topazes incolores et roulées du Brésil, nous avons trouvé une pyro-électricité beaucoup moins énergique. Sur certaines lames, elle était même presque insensible. Assez souvent les deux faces sont de même signe. Nous avons réussi plusieurs fois, en enlevant sur le tour d'opticien une couche du minéral d'une épaisseur de $0^{mm},5$ ou de 1^{mm}, à changer le signe d'une des extrémités et à avoir des plaques ayant la polarité régulière.

» M. Hankel a fait une observation analogue sur des topazes de Saxe et d'Adun-Tchilon.

» Il semble donc bien prouvé que l'on ait affaire à des tranches retournées bout pour bout. Il se pourrait même que la très faible pyro-électricité de la topaze tînt à de pareilles mâcles répétées un grand nombre de fois.

» Nous allons voir que, si elles existent, ce ne sont pas les seules et qu'il en est d'autres en relation avec les propriétés électriques des cristaux qui sont révélées par l'examen optique.

» Sur le petit nombre d'échantillons terminés aux deux sommets que nous avons pu examiner, nous avons opéré en chauffant le cristal dans une étuve jusqu'à 100° ou 120°, et nous avons déterminé le signe électrique de ses diverses parties en le laissant refroidir à l'air, suspendu par son milieu au moyen d'un fil de platine très mince. Nous avons donné

plus haut les raisons pour lesquelles il n'est pas prudent de tenir le cristal avec des pinces, pouvant altérer la distribution de l'électricité, soit par leur conductibilité, soit par le refroidissement qu'elles font subir aux régions du cristal qu'elles touchent.

» Nous avons trouvé tantôt les deux extrémités de même signe, et plus fréquemment négatives pour les cristaux blancs du Brésil, tantôt de signes opposés.

» La rareté et le prix élevé de ces cristaux complets ne nous ont pas permis de les cliver pour constater l'existence de la mâcle ultérieure, qui ne nous paraît néanmoins pas douteuse, d'après les faits précédents, dans le cas où les deux sommets sont de même signe.

» *Axes horizontaux.* — L'axe vertical de pyro-électricité n'est pas le seul qui existe dans la topaze, au moins dans certaines variétés.

» En faisant des expériences sur les fragments de topaze du Brésil, nous avons trouvé des dispositions variables et en apparence contradictoires. Habituellement les arêtes situées aux deux extrémités d'une même diagonale sont de même signe et parfois tout le pourtour du cristal présente la même électricité.

» En examinant ces fragments dans la lumière polarisée parallèle, nous avons reconnu, comme cela a été indiqué par Brewster et par MM. Des Cloizeaux et Mallard, que leur structure est loin d'être homogène.

» Quelques cristaux sont partagés en quatre plages séparées sensiblement suivant les diagonales de la base rhombe. L'extinction n'a pas lieu simultanément sur ces plages, et les plans d'extinction font de petits angles égaux de part et d'autre de la petite diagonale.

» Plus souvent le cristal est partagé en cinq; il y a une bordure plus ou moins large correspondant aux quatre plages dont nous venons de parler et une partie centrale rhombique dans laquelle l'extinction est régulière.

» En lumière convergente, on voit souvent plusieurs systèmes d'anneaux voisins les uns des autres et qui témoignent évidemment de l'existence de mâcles multiples et de superpositions de lames cristallisées diversement orientées. Cette superposition fournit sans doute aussi l'explication la plus simple des variations bien connues dans l'écartement des axes.

» Les portions relativement simples du cristal ne sont elles-mêmes pas encore d'une structure parfaitement homogène. En effet, tantôt, sur une même portion séparée du cristal, on aperçoit des anneaux multiples ayant leurs centres sur la même droite, ayant par conséquent des écartements différents, tantôt des axes de même écartement orientés d'une manière un

peu différente, de façon que les plans des axes font entre eux un petit angle. Dans ce dernier cas, on observe parfois des phénomènes qui ressemblent beaucoup à ceux de la dispersion croisée.

» Nous avons pensé que les anomalies présentées par la pyro-électricité des cristaux de topaze pouvaient être en relation avec cette structure complexe et nous avons cherché à opérer sur des portions de cristal non mâclées.

» Nous avons trouvé des cristaux, en nombre trop petit malheureusement, dont les dimensions étaient assez grandes et les mâcles assez nettes pour que nous ayons pu les faire scier suivant leurs places de jonction. Nous avons obtenu, en opérant sur les fragments séparés, des résultats réguliers qui nous permettent d'affirmer l'existence d'un axe horizontal de pyro-électricité au moins, sans toutefois pouvoir encore déterminer exactement sa position, et de faire disparaître cette anomalie apparente des pôles centraux ou des axes de pyro-électricité ayant leurs deux extrémités de même signe.

» Nous avons fait scier une topaze jaune du Brésil, présentant une portion centrale et une bordure formée de quatre segments s'éteignant simultanément deux à deux. Nous l'avons fait diviser autant que possible suivant les plans de jonction et nous avons eu ainsi un prisme central à base rhombe et quatre prismes périphériques à base de parallélogramme.

» Nous avons opéré successivement par les six faces de ces cinq prismes. Nous avons d'abord constaté que tous les cinq avaient un axe de pyro-électricité parallèle à leur hauteur et que toutes les faces qui se trouvaient originairement situées sur une même base du cristal étaient positives par échauffement, toutes les faces opposées étant négatives dans les mêmes conditions.

» Sur les faces latérales, nous avons trouvé que toutes les faces internes des petits prismes à base de parallélogramme étaient positives par échauffement, de même que les facettes adjacentes aux arêtes g du prisme intérieur lorsqu'on les replaçait dans leur position primitive.

» Les faces externes et celles plus petites, adjacentes aux arêtes h du prisme intérieur, étaient négatives.

» Quant au prisme intérieur, deux faces adjacentes à l'une des arêtes g étaient positives, les deux autres négatives.

» Il semblerait donc qu'il y eût dans la portion extérieure des axes de pyro-électricité parallèles à la petite diagonale, négatifs à l'extrémité extérieure, par échauffement, positifs à l'extrémité intérieure; c'est-à-dire quelque chose comme les pôles centraux de Riess et Rose.

» Dans le prisme central, au contraire, l'axe de pyro-électricité semble être parallèle à la grande diagonale et traverser tout le prisme.

» Nous n'avons pas retrouvé jusqu'ici de cristal dans lequel nous ayons pu séparer ainsi cinq portions distinctes d'une dimension suffisante.

» Nous en avons fait scier deux autres dans lesquels la portion centrale disparaissait à peu près, la portion périphérique formant quatre prismes triangulaires. Nous y avons fait faire, outre les sections parallèles à g^1 et à h^1 qui divisaient le prisme primitif en quatre, des facettes parallèles à ces mêmes faces g^1 et h^1 sur la partie extérieure du cristal.

» Ici encore pour les deux cristaux, qui nous ont donné des résultats tout à fait concordants, nous avons trouvé que les quatre petits prismes avaient des axes de pyro-électricité parallèles à leurs hauteurs et ayant tous leurs extrémités positives sur une base correspondant à une même base du cristal.

» Pour l'un des cristaux, les faces extérieures parallèles à m étaient négatives, les intérieures positives pour réchauffement. Il en était de même des faces taillées aux extrémités des grandes et des petites diagonales extérieurement, les faces internes étant positives.

» Il semblerait que l'axe de pyro-électricité serait là plutôt perpendiculaire aux faces m avec une extrémité négative par échauffement sur la face extérieure et une extrémité positive au centre du cristal.

» Pour l'autre cristal, les faces extérieures g^1 étaient négatives, les faces extérieures parallèles à g^1 positives; les faces h^1 très faiblement électriques. Les axes de pyro-électricité seraient donc dirigés parallèlement à la grande diagonale avec leur extrémité négative sur la partie externe du cristal et leur extrémité positive à l'intérieur.

» On voit, d'après ces expériences, qui ont été répétées plusieurs fois avec la précaution d'opérer autant que possible sur le milieu des faces latérales pour éviter l'influence des extrémités de signes opposés, et qui ont toujours donné les mêmes résultats, que, dans les portions de cristal non mâclées, il existe des axes de pyro-électricité horizontaux, dont la direction n'a pu être déterminée avec certitude, faute de cristaux assez grands et assez purs, mais qui ont, comme cela doit avoir lieu régulièrement, deux pôles de noms contraires à leurs extrémités.

» Nous avons vérifié l'existence de ces axes de pyro-électricité horizontaux en cherchant, suivant le procédé de MM. J. et P. Curie, si les cristaux donnent lieu à un dégagement d'électricité polaire quand ils sont comprimés latéralement. En comprimant l'une des portions découpées dans un cristal de topaze, on a constaté un dégagement d'électricité polaire assez

faible lorsque la compression est faite perpendiculairement à g^1. On en a obtenu un beaucoup plus fort en la comprimant parallèlement à l'axe vertical; le dégagement d'électricité a été très marqué sur les deux bases; un peu moins fort, mais bien plus que dans la compression parallèle à g^1, sur les faces g^1.

» Sur les cristaux incolores limpides du Brésil, nous n'avons pas trouvé d'axes horizontaux de pyro-électricité.

» Nous concluons, des faits qui viennent d'être exposés, qu'il existe dans les cristaux de topaze une direction ou axe vertical de pyro-électricité; l'intensité de l'électricité développée est variable dans les divers échantillons; sur certains échantillons, les deux extrémités de l'axe sont de même signe; ces différences d'intensité ou de signe peuvent s'expliquer par l'existence de lames hémitropes superposées.

» Il existe également, sur certains échantillons au moins, un axe horizontal de pyro-électricité. Pour le mettre nettement en évidence, il faut diviser suivant leurs plans de mâcles les cristaux formés de portions optiquement distinctes. Celles-là sont alors régulièrement pyro-électriques et piézo-électriques. Il n'est pas encore possible, d'après le petit nombre d'échantillons examinés, de définir nettement la position de l'axe horizontal de pyro-électricité. Sa disparition sur certaines variétés semble pouvoir s'expliquer aussi par des groupements particulaires. »

M. G. de Saporta, Correspondant de la Section de Botanique, fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. A. Gaudry, d'un Volume portant pour titre : « Les organismes problématiques des anciennes mers ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Sella*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Prestwich	obtient	32 suffrages.
M. Domeyko	»	17 »
M. Scacchi	»	1 »

M. Prestwich, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les modifications qui se produisent dans la composition chimique de certaines humeurs sous l'influence du choléra épidémique.* Note de M. **Gabriel Pouchet**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 17 novembre dernier, j'ai indiqué les premiers résultats de mes recherches. L'heureuse et rapide terminaison de l'épidémie ne m'a pas permis d'entreprendre toutes les recherches que j'aurais désiré faire. Je viens exposer aujourd'hui les résultats définitifs du travail que j'ai poursuivi depuis cette époque.

» J'ai examiné la bile, les déjections recueillies pendant la période algide, l'urine et le sang.

» 1° *Bile.* — J'ai pu faire six analyses de bile incolore recueillie dans la vésicule biliaire fort peu de temps après la mort. J'ai déjà signalé, dans ma première Communication, l'existence d'une proportion notable d'albumine dans cette humeur, ainsi que sa consistance gélatineuse. L'albumine forme en effet avec la mucine, dont la proportion relative est fort augmentée, la majeure partie du résidu d'évaporation. La bile est fortement aqueuse : le contenu d'une des vésicules a donné seulement 27,85 pour 1000 de résidu fixe. Dans chaque cas, j'ai observé la présence de leucine, de tyrosine, de glucose, ainsi que de globules graisseux mélangés à des cristaux d'acides gras et de cholestérine.

» Après séparation des matières albuminoïdes par l'alcool fort, les solutions, presque incolores, précipitaient par l'acide acétique et se coloraient ensuite lentement à l'air, en vert plus ou moins brunâtre. Le précipité produit par l'acide acétique, formé d'acides cholique et choloïdique, de dyslysine, permet d'admettre une décomposition des sels biliaires normaux au sein même de la vésicule. Le fluide biliaire donnait au papier de tournesol sensible la réaction amphotère; il ne colorait pas la phtaléine du phénol. Par addition d'une petite proportion de soude caustique et exposition prolongée à l'air, le mélange se colorait peu à peu en jaune brun et la solution alcoolique montrait nettement, au bout de quelques jours, le spectre caractéristique des pigments biliaires, alors que ce spectre faisait complètement défaut auparavant. Une oxydation plus rapide, déterminée par l'addition d'oxyde puce de plomb au mélange alcalin, conduisait au même résultat.

» 2° *Déjections.* — Les déjections alvines étaient presque complètement incolores, très aqueuses, et renfermaient une proportion relativement considérable d'urée et surtout de chlorure de sodium. Les vomissements renfermaient fréquemment les éléments de la bile.

» La *ptomaïne*, dont il a déjà été question dans ma précédente Communication et que j'ai extraite par épuisement avec le chloroforme, se présente sous forme d'un liquide primitivement incolore, offrant l'odeur caractéristique des bases pyridiques, s'oxydant à l'air et à la lumière avec une extrême rapidité et se colorant d'abord en rose, puis en brun. Elle donne une réaction franchement alcaline au papier de tournesol et forme un chlorhydrate qui se dissocie facilement par élévation de température ou dans le vide. Ce sel précipite par les réactifs généraux des alcaloïdes et réduit instantanément et avec une grande énergie le mélange de ferricyanure de potassium et de chlorure ferrique. Il réduit énergiquement aussi les chlorures d'or et de platine, et l'on ne peut obtenir de combinaisons définies.

» J'ai éprouvé un commencement d'intoxication assez intense en isolant ce corps et en essayant de faire cristalliser le chlorhydrate par évaporation ménagée au bain-marie; je crois intéressant de relater ici les symptômes que j'ai pu observer.

» Le début des accidents s'est montré dix-huit heures après l'inhalation des vapeurs de la base. Ces accidents ont consisté en un frisson extrêmement intense et prolongé avec une sensation de refroidissement des plus pénibles. Irrégularité du pouls. Crampes douloureuses dans les membres accompagnées de tremblement. Nausées sans vomissements n diarrhée. Anurie absolue pendant plus de trente heures, malgré l'emploi abondant d'infusion de thé au rhum. Durant trois jours, présence de glucose en quantité très appréciable dans les urines. Durant une semaine, embarras gastrique avec état nauséeux très accentué et sensation très pénible de froid, malgré le séjour dans une température chaude. Ces mêmes accidents se sont manifestés, mais avec une intensité moindre, chez mon préparateur, qui s'était trouvé exposé moins immédiatement que moi à l'inhalation des vapeurs de l'alcaloïde.

» Probablement à cause de son extrême oxydabilité, la ptomaïne, après les manipulations nécessitées pour son isolement et sa purification, ne possédait plus un pouvoir toxique aussi considérable que celui qu'elle avait manifesté au premier abord. J'avais déterminé, en moins de deux heures, la mort d'une grenouille en lui injectant sous la peau de la patte une goutte du produit brut séparé des déjections par épuisement au moyen du chloroforme : après avoir tenté la purification de l'alcaloïde, le produit obtenu n'a pu entraîner la mort, et il a seulement déterminé chez un cobaye

l'irrégularité des mouvements du cœur et un frisson passager qui n'a été suivi d'aucun accident grave.

» J'ai constaté d'une façon presque constante dans ces déjections l'absence du *scatol*, fait que Brieger a déjà observé chez les typhiques.

» En soumettant à l'action oxydante de l'air, ou mieux encore de l'oxyde puce de plomb, les déjections additionnées d'un peu de lessive de soude, le mélange se colore peu à peu en beau rouge-cerise. Cette matière colorante, examinée en solution alcaline aqueuse au spectroscope, montre : 1° une bande d'absorption correspondant sensiblement à la raie C de Fraunhofer et la débordant un peu à droite, visible seulement avec une assez forte épaisseur de liquide coloré; 2° une bande faible prenant à la raie D et s'étendant un peu vers sa droite; 3° une bande très accentuée entre *b* et F, débordant à droite de F. Dans une solution acidifiée par l'acide acétique, cette dernière bande se dédouble en deux autres, l'une très près et à droite de *b*; la seconde plus large, située un peu à droite de F; en même temps la bande correspondant à la raie C disparaît. L'existence de cette matière colorante rouge est éphémère; bientôt sa teinte se fonce et passe au rouge brun, puis au brun jaune. A ce moment, la solution alcaline donne le spectre des pigments biliaires. Par réduction, au moyen de l'amalgame de sodium, on ne peut arriver à reproduire la teinte rouge-cerise et le spectre qui la caractérise.

» De ces expériences, il semble résulter que les pigments biliaires sont représentés, au moins en partie, dans la bile et dans les déjections, par leurs produits de réduction. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des œufs du Phylloxera.* Note de M. V. Lemoine, présentée par M. A. Milne-Edwards.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« MM. Balbiani et Maxime Cornu, dans leurs belles études sur le Phylloxera de la vigne (*P. vastatrix*) et sur le Phylloxera du chêne pédonculé (*P. quercus*), ont figuré plusieurs phases du développement des œufs de ces insectes, dont l'étude offre des difficultés toutes spéciales par suite de l'opacité des parties au centre desquelles se forme l'embryon.

» Depuis deux ans je dirige mes recherches sur le *Phylloxera punctata*, que je recueille sur les feuilles du chêne à fleurs sessiles (*Q. sessiflora*) et dont la transparence relative est beaucoup plus favorable. Je me suis ef-

forcé de rendre aussi complètes que je l'ai pu mes études, non seulement sur l'anatomie et la physiologie de l'insecte, mais encore sur ses mœurs et sur ses ennemis naturels.

» L'œuf parthénogénésique nouvellement pondu se compose d'une masse centrale, remplie d'éléments vitellins et d'une zone périphérique semi-transparente, contenant de très fines granulations qui tendent parfois à se grouper sous forme de petites sphères. Ces groupements sont essentiellement instables jusqu'au moment où arrivent des noyaux vitellins qui, fixant autour d'eux les granulations, constituent les cellules blastodermiques. La couche blastodermique, d'abord uniforme comme épaisseur dans tous ses points, présente bientôt, au pôle supérieur de l'œuf, un épaississement, véritable cumulus auquel correspondra plus tard la crête denticulée de la tête de l'embryon et un épaississement inférieur qui, en se développant, constituera le point de départ de la bandelette embryonnaire qui va se replier et s'invaginer dans l'intérieur de la masse vitelline centrale.

» Celle-ci subit alors une segmentation totale, qui a comme résultat de la transformer en une série de globes vitellins. Ces globes, comprimant la couche blastodermique qui les environne, réduisent cette couche à l'état d'une simple lamelle, sauf au niveau des deux pôles de l'œuf. Nous avons pu suivre toutes les phases de développement de la bandelette embryonnaire, qui, en pénétrant dans l'intérieur de la masse vitelline, prend la forme d'une sorte de *V* renversé, dont une des branches continue à se développer tandis que l'autre, en s'atrophiant de plus en plus, se réduit à l'état d'une simple membrane qui fera partie des membranes embryonnaires proprement dites. La branche qui se développe et qui va constituer l'embryon se contourne de façon à prendre la forme d'une S, la courbure inférieure de l'S correspondant à l'extrémité céphalique et la courbure supérieure au reste du corps. Cette dernière courbure offre bientôt un nouveau repli qui formera la région caudale, dans le voisinage de laquelle se rencontre la masse ovarienne rudimentaire. Nous avons suivi l'apparition successive des dilatations qui indiquent les segments du corps et sur lesquelles se développent les rudiments des appendices. On voit tout d'abord apparaître les rudiments des antennes, des mandibules, de la première paire de mâchoires et des deux premières thoraciques. Puis se montrent les rudiments de la deuxième paire de mâchoires qui constituera la trompe de la troisième paire de pattes thoraciques et enfin des dilatations correspondantes à la région abdominale. La séparation de l'épiblaste et du mésoblaste devient bien appréciable. Bientôt la partie de l'enveloppe vitelline

qui correspond à la partie antérieure de la tête de l'embryon s'amincit et finit par disparaître, les membranes embryonnaires se rompent elles-mêmes en ce point et l'embryon subit un mouvement de retournement fort intéressant à suivre dans ses différentes phases et qui dure en moyenne une heure un quart. Ce mouvement a comme résultat d'invaginer dans l'intérieur du corps l'ensemble du vitellus qui jusqu'alors se trouvait à sa périphérie. En même temps la tête de l'embryon vient occuper le pôle supérieur de l'œuf, tandis que la région caudale vient correspondre au pôle inférieur. Ce mouvement s'effectue en deux temps bien distincts. Tout d'abord la tête se relève en entraînant les divers appendices thoraciques et vient s'appliquer contre l'ouverture anale ou proctodeum resté immobile au niveau du pôle supérieur de l'œuf. Dans un second temps le proctodeum se déplace et, descendant peu à peu, vient correspondre au pôle inférieur de l'œuf. Ce n'est qu'après le mouvement de retournement que les taches oculaires commencent à apparaître. Nous ne pouvons qu'indiquer ici les phases successives du développement des différents viscères et des différents appendices.

» L'embryon dans les divers temps de son développement est contenu dans trois enveloppes, l'une plus interne, présentant des diverticulum qui se moulent sur les divers appendices, une moyenne à laquelle appartient la crête denticulée et enfin une externe qui va se rompre tout d'abord au point correspondant à la crête denticulée. Celle-ci nous paraît produire une véritable dissociation de la partie correspondante de la membrane externe. L'éclosion de l'œuf s'opère par le glissement successif de l'enveloppe externe et de l'enveloppe moyenne le long du corps de l'embryon. A ce moment la troisième enveloppe a disparu et l'insecte se met immédiatement en mouvement à la recherche d'un point de la feuille sur lequel il se fixera.

» Le développement de l'œuf mâle et de l'œuf femelle offre la plus grande analogie, avec cette remarque que le contournement de la bandelette embryonnaire est moins prononcé et que les rudiments d'appendices correspondant à la deuxième paire de mâchoires n'offrent pas de développement consécutif. Après le retournement de l'embryon, la région abdominale contraste par son volume relatif, par suite du développement précipité des organes génitaux. Nous ne pouvons qu'indiquer ici les différentes phases de l'évolution des organes sexuels mâles et femelles, évolution qui varie un peu suivant qu'il s'agit d'œufs pondus par une mère agame ailée ou par une mère agame aptère. Dans ce dernier cas, le développement gé-

néral de l'ovaire s'éloigne moins du type normal, et l'on peut parfois apercevoir plusieurs œufs en voie d'évolution, mais il n'y en a toujours qu'un seul qui arrive à maturité. Souvent nous avons saisi la présence d'un proctodeum bien manifeste. La partie moyenne de l'intestin se trouve réduite, dans la majorité des cas, à une masse ovoïde jaune rougeâtre, également distante des points où devraient se trouver normalement la bouche et l'anus; parfois, mais rarement, un véritable intestin paraît se constituer, mais il n'a jamais aucune importance fonctionnelle.

» L'éclosion de l'œuf se fait également par le rejet successif de la membrane externe et de la membrane moyenne, qui présente une crête denticulée fort pâle. L'insecte continue à garder la même immobilité jusque après la production d'une véritable mue dont nous avons même pu étudier le résultat. C'est alors seulement que, des organes essentiels étant arrivés à maturité, il se met en mouvement pour remplir son rôle physiologique. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome I[er] des « Travaux du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris », publié par M. *Laborde*. (Présenté par M. P. Bert.)

ASTRONOMIE. — *Résultats principaux de la discussion des observations des satellites de Saturne, faites à Toulouse de* 1876 *à* 1883. Note de M. **B. Baillaud.**

« J'ai communiqué antérieurement à l'Académie les résultats de la discussion des observations de Mimas. Je m'occuperai, dans la présente Note, de Encelade, Téthys, Dione et Rhéa.

» La discussion des observations faites à Toulouse m'a donné les valeurs suivantes des moyens mouvements :

Encelade	262°,731
Téthys	190,69818
Dione	131,53551
Rhéa	79,69078

» L'excentricité d'Encelade est excessivement faible, et il sera très diffi-

cile de déterminer le périsaturne. Pour Téthys, Dione, Rhéa, l'excentricité est environ 0,01. Les observations donnent, pour le mouvement annuel du périsaturne de Téthys, 70°; de Dione, 10°. Je rappelle que j'avais trouvé, pour le moyen mouvement de Mimas, 381°,9934, pour excentricité un nombre compris entre 0,10 et 0,05, et pour mouvement annuel du périsaturne, 447°.

» J'ai repris la détermination des moyens mouvements, par la comparaison des observations de Toulouse, du capitaine Jacob, en 1857 et 1858; d'Herschel, en 1790, et des Cassini pour Téthys, Dione et Rhéa. J'ai trouvé les valeurs suivantes :

Encelade	262°,73181
Téthys	190,69794
Dione	131,53495
Rhéa	79,69006

» La concordance des deux groupes de résultats permet de fixer à une fraction de seconde de temps les durées de révolutions.

» Il se produit cependant, pour Téthys, un accident dont il est nécessaire de chercher une explication. L'époque conclue des observations de Toulouse diffère, de 3° environ, de celle qui est fournie par les observations du capitaine Jacob.

» Le moyen mouvement de Mimas est sensiblement double de celui de Téthys, ce qui produit, dans la longitude moyenne de chacun de ces satellites, des inégalités dont voici les expressions approchées :

$$\text{Mimas}\ldots\ldots\quad -2{,}19\, m'\nu e \sin(2l'-l-\varpi) + 0{,}77\, m'\nu_1 e' \sin(2l'-l-\varpi'),$$
$$\text{Téthys}\ldots\ldots\quad 1{,}74\, m\nu e \sin(2l'-l-\varpi) - 0{,}61\, m\nu_1 e' \sin(2l'-l-\varpi');$$

les lettres non accentuées se rapportent à Mimas, les autres à Téthys, et l'on a posé

$$\nu = \left(\frac{n}{n-2n'+\alpha}\right)^2, \quad \nu_1 = \left(\frac{n}{n-2n'+\alpha'}\right)^2;$$

α et α' sont les mouvements des périsaturnes en un jour moyen. Si e et e' sont exprimés en degrés, les inégalités sont aussi exprimées en degrés.

» On a

$$n - 2n' = 0°,5976.$$

Si l'on adopte les mouvements des périsaturnes donnés plus haut, on a

$$\alpha = 1°,2,$$
$$\alpha' = 0°,2,$$

d'où

$$\nu = 45000, \quad \nu_1 = 228000.$$

Les valeurs de α et α' ne diffèrent pas beaucoup de celles qui ont été obtenues par M. Tisserand; par suite, les valeurs de ν et ν_1 sont aux valeurs vraies dans un rapport que l'on peut regarder comme compris entre $\frac{1}{2}$ et 2.

» Si nous les regardons comme exactes, que nous fassions $e = 5°$, $e' = 0°,5$, les inégalités deviennent

Mimas.	$500000° m' \sin(2l' - l - \varpi) + 91000° m' \sin(2l' - l - \varpi')$
Téthys.	$390000° m \sin(2l' - l - \varpi) - 68000° m \sin(2l' - l - \varpi')$

» La période des premières inégalités est 200 jours, celle des secondes est 450 jours.

» Cette dernière période, qui est bien déterminée, est exactement le quart de la période de 1800 jours que m'avaient donné les observations de Mimas, de sorte qu'il n'y a aucune contradiction.

» Pour que le coefficient de la première inégalité de Mimas soit 16°, ce qui correspond aux écarts des observations de Toulouse, il faut faire

$$m' = \frac{16}{500000} = \frac{1}{30000},$$

ce qui, à densité égale, donne le diamètre de Téthys égal au $\frac{1}{30}$ de celui de Saturne, soit environ 0",5. J'ai, à diverses reprises, noté le commencement et la fin d'un passage de Téthys à une tangente : j'ai trouvé un intervalle de 5 minutes, ce qui concorde avec le résultat précédent.

» Si la masse de Mimas n'est pas une très petite fraction de celle de Téthys, les inégalités pour Téthys peuvent rester sensibles. Il peut y avoir là l'explication de la divergence signalée plus haut. »

ASTRONOMIE. — *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française du passage de Vénus de* 1874. Note de M. **Obrecht**, présentée par M. Cornu.

« Il n'a été publié jusqu'ici aucun résultat de la discussion des épreuves daguerriennes de la Commission française du passage de Vénus de 1874. M. Cornu m'a prié d'entreprendre ce travail et a bien voulu m'indiquer les difficultés du problème à résoudre et la nature des causes d'erreurs susceptibles d'élimination qui semblent avoir échappé à ceux qui contestent la valeur de ces épreuves.

» M. Puiseux a publié, dans le tome Ier (2e Partie, *Supplément*, p. 115) des *Documents du passage de Vénus de* 1874, des Tables qui donnent, à un moment quelconque du passage, la distance des centres de Vénus et du Soleil.

» 1° La comparaison des distances ainsi calculées avec les données numériques publiées par l'Académie (*Documents*, t. III, p. F. 95, et *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1082) ne laisse aucun doute sur l'existence d'une erreur personnelle à chaque observateur, conformément aux prévisions de la Sous-Commission des mesures (t. III, p. A.28).

» 2° Cette comparaison indique également que la somme des rayons du Soleil et de Vénus, telle qu'elle résulte des nombres admis en Astronomie, est trop forte d'environ 3″, et l'on se rend parfaitement compte de cette circonstance si l'on se rappelle que la diffraction amplifie toujours les diamètres des astres, et en particulier celui du Soleil. Dans les épreuves daguerriennes, au contraire, l'effet de la diffraction est presque complètement éliminé pour la somme des rayons (*loc. cit.*, p. A. 28).

» 3° Il y a donc lieu d'introduire deux nouvelles inconnues dans l'équation différentielle indiquée par M. Puiseux pour le calcul de la correction $\delta\Pi$ de la parallaxe adoptée, 8″,86 (*Documents*, t. Ier, 2e Partie, *Supplément*, p. 141); ces inconnues sont : l'équation personnelle et l'erreur sur la somme des rayons. Il est remarquable que ces deux inconnues se réduisent à une seule si l'on a soin de discuter séparément les résultats d'un même observateur, comme cela a été recommandé par la Sous-Commission des mesures (*loc. cit.*, p. A.38). En effet, le résultat d'une mesure d'épreuve est la valeur du rapport $\mu = \frac{\Delta}{\Sigma}$ de la distance des centres à la somme des rayons, et l'on sait que la méthode de mesure indiquée par MM. Fizeau et Cornu (*loc. cit.*, p. A.26) permet d'obtenir la valeur de Δ affranchie de toute erreur systématique, la somme Σ étant seule entachée d'une erreur personnelle à chaque observateur.

» Soient

$\delta\Sigma$ l'erreur de la somme des rayons ;
λ l'équation personnelle;
D_0 la distance des centres observée.

» On a

$$\delta D_0 = \mu\,\delta\Sigma + \Sigma\,\delta\mu.$$

Or

$$\delta\mu = -\frac{\Delta}{\Sigma^2}\lambda.$$

Donc

$$\delta D_0 = \mu(\delta\Sigma - \lambda) - A\mu,$$

en posant

$$\delta\Sigma - \lambda = A.$$

» L'équation différentielle que donne $\delta\Pi$ est alors

$$S\delta\Pi + \cos\partial\,\delta X + \sin\partial\,\delta Y - \frac{dD}{dt}\delta L - \mu A + D_p - D_0 = 0;$$

δX, δY sont fonctions des erreurs des Tables de Vénus et du Soleil; δL est l'erreur de longitude; ∂ l'angle de position du centre de Vénus par rapport au centre du Soleil.

» 4° Lorsque les épreuves ont été obtenues de part et d'autre de l'époque du minimum de distance des centres, il se présente une simplification importante : la somme des équations analogues obtenues pour les épreuves d'une même station ne contient plus le terme en δL; ce terme est d'ailleurs très faible lorsque la longitude a été déterminée à 1^s ou 2^s près.

» Le mode de calcul adopté consiste donc à former pour chaque station et chaque observateur une équation résultante dans laquelle, sauf pour la station de Pékin, on néglige le terme en δL.

» Dans cette dernière station, la longitude ne paraît pas avoir été déterminée avec une précision suffisante, et, de plus, il se présente une circonstance fâcheuse : c'est que toutes les épreuves mesurées ont été obtenues après l'époque du minimum de distance; on ne peut dans ce cas négliger les erreurs δX, δY; et l'erreur δX, en particulier, a un coefficient assez élevé dans le résultat final par suite de l'influence des épreuves de Pékin.

» 5° La précision du résultat final dépend de celle d'une observation isolée; or, celle-ci est assez faible et l'examen des écarts indique quelques erreurs accidentelles pouvant provenir, soit d'une indication erronée de l'heure à laquelle le cliché a été obtenu, soit de la déformation des images. Comme ces erreurs accidentelles ont trop d'influence lorsque le nombre des observations est faible, je me suis borné, pour le moment, à discuter les résultats obtenus par MM. Baille et Gariel, résultats qui comprennent des séries étendues et relatives à toutes les stations.

» 5° Enfin la conclusion de cette discussion, dans le détail de laquelle il serait difficile d'entrer ici, est la suivante : la parallaxe du Soleil déduite des observations faites par MM. Baille et Gariel sur les épreuves daguer-

riennes du passage de Vénus de 1874, est égale à

$$8'',80 + 0'',004\,\delta L + 0'',004\,\delta Y,$$

δL étant l'erreur de longitude de Pékin, δY une erreur des Tables ; en faisant varier δL entre $+5^s$ et -5^s, et δY entre $+2''$ et $-2''$, on voit que la parallaxe varie entre 8″,77 et 8″,83. »

M. **Bouquet de la Grye** indique, à propos de la Communication précédente, qu'il a effectué de son côté la résolution des équations de condition ayant pour base les distances sur les plaques daguerriennes mesurées sous l'habile direction de MM. Fizeau et Cornu.

Ses calculs ont été conduits d'une façon quelque peu différente de celle qui est exposée ci-dessus, les erreurs des longitudes ayant été éliminées; mais il a été tenu compte de la différence de déclinaison des deux astres, d'après les observations qui lui ont été communiquées par M. Lœwy.

Le chiffre trouvé a été 8″,86, avec une erreur probable de 0″,06. Le résultat auquel est arrivé M. Obrecht est plus rapproché, et par suite meilleur, ce dont il faut le féliciter; toutefois, M. Bouquet de la Grye pense que, avant de le considérer comme représentant l'ensemble des mesures daguerriennes de 1874, il faut attendre d'autres données, le nombre des épreuves susceptibles de mesures étant encore notable.

ASTRONOMIE. — *Résultats des observations des taches et des facules solaires, faites pendant le quatrième trimestre de* 1884. Lettre de M. P. **Tacchini** à M. le Président.

« Le nombre des jours d'observations a été de 68, savoir 23 en octobre, 25 en novembre et 20 en décembre.

	Fréquence		Grandeur relative		Nombre des groupes de taches par jour.
1884.	relative des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	
Octobre...........	22,13	0,00	81,22	56,50	4,48
Novembre.........	11,24	0,00	53,80	77,00	3,08
Décembre.........	18,60	0,00	68,45	63,44	4,10

» En comparant ces nombres avec ceux du troisième trimestre, on voit que, dans l'ensemble, l'activité solaire a été plus faible pendant le quatrième trimestre. On peut donc dire que, pendant l'année 1884, on a

constaté une diminution progressive dans le phénomène des taches, quant à leur nombre, à leur grandeur et à la fréquence des groupes par jour : c'est ce que montre le Tableau suivant :

1884.	Fréquence relative des taches.	Nombre des groupes par jour.	Grandeur relative des taches.
Premier trimestre.............	30,48	7,57	113,76
Deuxième trimestre	24,07	5,89	97,21
Troisième trimestre............	20,77	4,92	58,83
Quatrième trimestre...........	17,10	3,85	67,38

» Les résultats de l'année 1884, comparés à ceux de l'année 1883, montrent que la période de la plus grande activité solaire comprend huit mois, d'octobre 1883 à mai 1884; c'est donc à peu près au milieu de cet intervalle qu'on doit placer le nouveau maximum des taches. Dans les phénomènes atmosphériques, nous avons constaté également une augmentation considérable pendant l'année 1884, comme je le démontrerai dans une prochaine Note. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations aux dérivées partielles du premier ordre*. Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« MM. Briot et Bouquet ont, comme on sait, dans leur mémorable Mémoire *Sur l'intégration au moyen des fonctions elliptiques*, étudié les équations différentielles de la forme

$$f\left(u, \frac{du}{dz}\right) = 0,$$

et ont notamment considéré le cas où cette équation admet comme intégrales des fonctions doublement périodiques de la variable z.

» Il existe une classe d'équations aux dérivées partielles, analogues à l'équation précédente; je veux parler des équations de la forme

$$(1) \qquad f\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}\right) = 0,$$

où f est un polynôme que je supposerai de degré m. On est naturellement conduit à se demander si l'on peut satisfaire à cette équation en prenant pour u une fonction uniforme quadruplement périodique des deux variables x et y. C'est la solution de cette question que je voudrais indiquer succinctement dans cette Note. Je supposerai ici, comme dans mes re-

cherches précédentes sur les fonctions algébriques de deux variables indépendantes, que la surface définie par l'équation

$$f(u, v, w) = 0 \tag{2}$$

n'a que des singularités *ordinaires*, les courbes multiples et les points multiples isolés pouvant être d'ailleurs d'ordre quelconque.

» S'il est possible d'intégrer, comme il a été dit, l'équation (1), les coordonnées d'un point quelconque de la surface (2) s'exprimeront par des fonctions quadruplement périodiques de deux paramètres, et j'ajoute cette remarque essentielle, qu'à un point *quelconque* (u, v, w) ne correspondra nécessairement qu'un seul système de valeurs des paramètres, abstraction faite des multiples des périodes. Nous aurons donc d'abord à reconnaître si ces circonstances peuvent se présenter; c'est ce que j'ai montré à faire précédemment (*Comptes rendus*, décembre 1884).

» Soient alors

$$\int^{(u,v)} \frac{B\,du - A\,dv}{f'_w} \quad \text{et} \quad \int^{(u,v)} \frac{B_1\,du - A_1\,dv}{f'_w}$$

les deux intégrales de première espèce que devra posséder la surface. Celle-ci sera nécessairement de genre *un*, et désignons par

$$Q(u, v, w) = 0$$

l'équation de la surface adjointe d'ordre $(m - 4)$.

» Ceci posé, l'équation (1) admettra pour solutions des fonctions quadruplement périodiques de deux paramètres, si, outre les conditions précédentes, A et A_1 ont respectivement les formes

$$A = (\alpha v + \beta w) Q(u, v, w), \quad A_1 = (\gamma v + \delta w) Q(u, v, w),$$

α, β, γ et δ étant des constantes.

» La réponse à la question posée est donnée par l'énoncé précédent. On peut résoudre autrement le problème, sans passer par la recherche préalable des intégrales de différentielles totales de première espèce ou, du moins, déduire ces intégrales de l'équation (1) elle-même et d'une seconde équation qui se forme immédiatement, à l'aide du polynôme adjoint Q. Cette seconde équation peut s'écrire, en posant toujours $\frac{\partial u}{\partial x} = v$, $\frac{\partial u}{\partial y} = w$,

$$\frac{Q(u, v, w)\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}\frac{\partial u}{\partial x}\right)}{f'_w(u, v, w)} = a,$$

a étant une constante. Cette équation et l'équation (1) permettent d'exprimer $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ en fonctions rationnelles de u, v, w. Portant ces valeurs dans les deux relations

$$du = \frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{\partial u}{\partial y} dy, \quad dv = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} dx + \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} dy,$$

nous en tirons

$$dx = \mathrm{M}\, du + \mathrm{N}\, dv,$$
$$dy = \mathrm{M}_1 du + \mathrm{N}_1 dv,$$

les M et N étant des fonctions rationnelles de u, v, w. Ces fonctions rationnelles contiennent la constante a; on aura à voir si on peut la déterminer, de telle manière que les intégrales des deux différentielles totales dx et dy soient de première espèce. Cette question facile une fois traitée, on aura immédiatement les deux intégrales correspondant à la surface, et la solution pourra s'achever comme plus haut. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un cas de réduction des équations linéaires du quatrième ordre*. Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Lorsque les intégrales d'une équation linéaire et homogène du quatrième ordre sont liées par une relation quadratique, on sait qu'elle admet pour intégrales les produits des intégrales de deux équations du second ordre. Ce cas de réduction a été traité complètement par M. Halphen dans son Mémoire *Sur les invariants des équations linéaires du quatrième ordre* (*Acta mathematica*, t. III). Il existe un autre cas de réduction qui me paraît nouveau et intéressant : c'est celui où la *courbe gauche, attachée à l'équation,* suivant l'expression de M. Halphen, est située sur la surface développable du quatrième ordre, ayant pour arête de rebroussement une cubique gauche. Les équations de la cubique gauche C étant mises sous la forme

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{y_2}{y_3} = \frac{y_3}{y_4}, \tag{1}$$

l'équation de la développable S sera

$$(y_1 y_4 - y_2 y_3)^2 - 4(y_1 y_3 - y_2^2)(y_2 y_4 - y_3^2). \tag{2}$$

» Il est aisé d'obtenir des équations du quatrième ordre dont les intégrales vérifient la relation (2). Si Y est l'intégrale générale d'une équation

du second ordre, l'équation du quatrième ordre, qui admet l'intégrale

$$y = pY^3 + 3qY^2\frac{dY}{dx},$$

où p et q sont des fonctions quelconques de x, répond à la question. Inversement, toute équation du quatrième ordre dont les intégrales vérifient la relation (2) peut être obtenue de cette manière. Soient, en effet, z_1, z_2, z_3, z_4 les coordonnées homogènes du point où la génératrice de S, passant par le point (y_1, y_2, y_3, y_4), touche la cubique gauche, et soit E' une équation auxiliaire du quatrième ordre admettant les intégrales z_1, z_2, z_3, z_4, ces intégrales vérifiant les relations

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_2}{z_3} = \frac{z_3}{z_4};$$

l'intégrale générale de l'équation E' sera, comme il est connu, de la forme

$$z = Y^3,$$

Y désignant l'intégrale générale d'une équation du second ordre. En écrivant que le point (y_1, y_2, y_3, y_4) est sur la tangente à la courbe décrite par le point (z_1, z_2, z_3, z_4), on obtient les relations

$$\begin{aligned} y_1 &= pz_1 + qz'_1, \\ y_2 &= pz_2 + qz'_2, \\ y_3 &= pz_3 + qz'_3, \\ y_4 &= pz_4 + qz'_4, \end{aligned}$$

qui montrent que l'intégrale générale de l'équation proposée E est de la forme

$$y = pz + qz'. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» Il est aisé de voir que les coefficients de l'équation la plus générale de cette espèce ne dépendent que de trois fonctions arbitraires, et l'on pourra les ramener à ne contenir qu'une fonction arbitraire; il doit donc exister une relation entre les invariants fondamentaux de cette équation. Il resterait, pour achever l'étude de ce cas singulier, à rechercher cette relation, ainsi que la manière d'opérer la réduction lorsqu'elle est possible; c'est ce qu'il ne m'a pas été possible de faire jusqu'ici d'une manière complète. Dans le cas où les coefficients de l'équation E sont uniformes, on peut compléter le théorème en ajoutant que les coefficients de l'équa-

tion du second ordre en Y, ainsi que p et q, seront des fonctions uniformes de la variable. On peut aussi observer que les trois expressions

$$y_1y_3 - y_2^2, \quad y_1y_4 - y_3^2, \quad y_1y_4 - y_2y_3$$

représentent respectivement les carrés et le double produit des intégrales de l'équation en Y, à un facteur près, de la forme

$$e^{\int\psi(x)dx}.$$

Le premier membre de la relation (2) est identique au discriminant de la forme binaire cubique

$$y_1t^3 + 3y^2t^2 + 3y_3t + y_4.$$

Cette remarque suggère une représentation géométrique curieuse des invariants et covariants des formes binaires d'ordre n dans l'espace à n dimensions. Elle conduit aussi, pour la propriété précédente, à des généralisations étendues. Je me bornerai à indiquer les suivantes, en supposant, pour plus de netteté, les coefficients uniformes :

» Si les intégrales d'une équation linéaire d'ordre $n+1$, à coefficients uniformes, vérifient une relation dont le premier membre est identique au discriminant d'une forme binaire d'ordre n, elle admet l'intégrale

$$y = p_1\mathrm{Y}^n + p_2\mathrm{Y}^{n-1}\frac{d\mathrm{Y}}{dx} + \ldots + p_{n-1}\mathrm{Y}^2\left(\frac{d\mathrm{Y}}{dx}\right)^{n-2},$$

Y désignant l'intégrale générale d'une équation du second ordre dont les coefficients sont uniformes, ainsi que $p_1, p_2, \ldots, p_{n-1}$.

» Plus généralement, si les intégrales d'une équation linéaire à coefficients uniformes vérifient une relation dont le premier membre est identique au discriminant d'une forme algébrique à p variables, ses intégrales sont des fonctions entières à coefficients uniformes des intégrales d'une équation linéaire d'ordre p à coefficients uniformes et de leurs dérivées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes intégrables des équations linéaires du second ordre*. Note de M. **R. Liouville.**

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 19 janvier 1885), j'ai remarqué, comme conséquences d'une transformation très générale, deux théorèmes qui permettent de former toutes les équations linéaires du second ordre dont l'intégrale contient au moins une fonction arbitraire dégagée

du signe $\int$. La possibilité d'arriver à un résultat de cette espèce avait été depuis longtemps signalée par M. Moutard, mais son analyse et les conclusions obtenues n'ayant été publiées que pour le cas singulier des équations

$$s = \lambda z,$$

il y a peut-être quelque intérêt à indiquer encore d'autres propositions sur ce sujet. Elles se rattachent aux propriétés remarquables d'une forme qu'on peut toujours attribuer aux équations linéaires du second ordre et qui est celle-ci

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial \psi}{\partial x},$$

où φ et ψ sont des fonctions linéaires de l'inconnue principale et de ses dérivées partielles du premier ordre. Quand une équation n'est pas à l'avance donnée sous cette forme, il suffit de la multiplier par un certain facteur pour la lui donner. Tous les facteurs qu'on peut employer à cet usage satisfont à une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre que, pour la brièveté du langage, j'appellerai l'*adjointe* de l'équation proposée l'opération par laquelle on passe d'une équation à son adjointe, répétée deux fois, ramène à l'équation primitive.

» Après avoir démontré les propriétés les plus simples des équations adjointes, on peut chercher quelles sont, pour une équation donnée quelconque, toutes les formes des fonctions φ et ψ qui lui correspondent : 1° lorsqu'on s'astreint à ne pas changer l'inconnue principale, 2° lorsqu'on prend, pour inconnue nouvelle, le rapport d'une intégrale quelconque de l'équation donnée à une autre intégrale choisie à volonté. Dans les deux cas, on parvient à des formules commodes, dont on déduit ces deux théorèmes, relatifs aux formes intégrables des équations linéaires du second ordre.

» 1° *L'équation*

$$(1) \qquad (\varepsilon - \eta')s + \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} p - \frac{\partial \eta'}{\partial x} q = 0$$

pouvant représenter l'une quelconque des équations qui admettent une intégrale générale d'indice n, et λ *et* μ *les fonctions ainsi définies*

$$(2) \qquad \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\varepsilon \partial \mu}{\partial y}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\eta' \frac{\partial \mu}{\partial x}\right) = 0,$$

$$\lambda = -\int \left(\eta' \frac{\partial \mu}{\partial x} dx + \varepsilon \frac{\partial \mu}{\partial y} dy\right),$$

on peut représenter sous cette forme

$$(\varepsilon - \eta')s + \frac{\partial \varepsilon}{\partial y}\frac{\lambda + \eta'\mu}{\lambda + \varepsilon\mu}p - \frac{\partial \eta'}{\partial x}\frac{\lambda + \varepsilon\mu}{\lambda + \eta'\mu}q = 0$$

l'ensemble des équations dont il existe une intégrale générale d'indice $n+1$.

» *L'équation* (2) *s'intègre toujours par une formule d'indice* n, *en même temps que l'équation* (1).

» 2° *Si l'équation*

$$\frac{\partial(\varepsilon p)}{\partial y} - \frac{\partial(\eta' q)}{\partial x} = 0$$

représente l'une quelconque de celles qui appartiennent à l'indice n, ζ *l'une de ses solutions prise à volonté, et* v *la fonction qui en dépend par cette quadrature*

$$v = \int\left(\varepsilon\frac{\partial \zeta}{\partial x}dx + \eta'\frac{\partial \zeta}{\partial y}dy\right),$$

on peut représenter sous cette forme

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{p}{\varepsilon\zeta - v}\right) - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{q}{\eta'\zeta - v}\right) = 0$$

l'ensemble des équations dont il existe une intégrale générale d'indice $n+1$.

» Ces deux théorèmes sont corrélatifs, et l'un d'eux peut être regardé comme une véritable transformation de l'autre.

» Aucune ne conserve leur forme aux équations

$$s = \lambda z;$$

aussi faut-il les combiner d'une certaine manière pour en déduire le théorème de M. Moutard sur ces équations; mais, cela fait, on reconnaît que cette proposition ressort elle-même des précédentes.

» L'extension des procédés qui viennent d'être indiqués à des problèmes plus complexes fera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une autre Communication. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les phénomènes de condensation qui ont lieu dans les machines à vapeur pendant l'admission.* Note de M. F. **Delafond**, présentée par M. Resal. (Extrait.)

« Le phénomène de condensation de la vapeur dans l'intérieur des cylindres, pendant la période d'admission, est connu depuis longtemps déjà par les travaux de divers savants, notamment de M. Hirn.

» M. Hirn a attribué ces condensations au refroidissement des parois du cylindre et du piston, pendant la détente et l'échappement; la vapeur chaude, arrivant de la chaudière, se condenserait en partie au contact de ces surfaces froides.

» M. Zeuner a contesté l'influence exclusive attribuée par M. Hirn aux parois du cylindre; il pense qu'il y a lieu de faire intervenir d'autres causes, notamment la présence d'une certaine provision d'eau emprisonnée, à la fin de l'échappement, dans les espaces nuisibles. Cette eau, étant plus froide que la vapeur admise, condenserait cette dernière.

» De nombreux et importants essais, opérés en 1883 aux usines du Creusot, sur une machine à vapeur type Corliss, ont fourni d'abord des renseignements d'un grand intérêt pratique sur les conditions de marche économique des machines, et ont permis, en outre, de formuler des conclusions intéressantes sur les phénomènes de condensations de la vapeur pendant la période d'admission. Les résultats obtenus peuvent se résumer comme il suit :

» 1° Lorsque, la pression de la vapeur restant la même, on fait une série d'essais avec des admissions progressivement croissantes, on constate que le nombre de grammes d'eau condensée, par coup de piston, va d'abord en diminuant; qu'il croît ensuite lorsque l'admission est comprise entre 6 et 10 pour 100; qu'il atteint un maximum pour une admission d'environ 15 à 16 pour 100; qu'il va ensuite en diminuant progressivement, et devient insensible lorsque l'admission a lieu pendant toute la course du piston.

» 2° Lorsque, dans une série d'essais, on conserve une même admission et qu'on fait varier la pression, on constate que les condensations sont d'autant plus fortes que la pression de marche est plus élevée.

» 3° Lorsque le cylindre est muni d'une enveloppe de vapeur, les condensations sont diminuées dans une forte proportion.

» 4° Les condensations à l'admission sont peu influencées par le mode d'échappement de la vapeur, que ce dernier ait lieu à l'air libre ou dans un condenseur.

» Il est digne de remarque que les condensations diminuent lorsque l'admission augmente (à partir de 15 à 16 pour 100), c'est-à-dire lorsque l'étendue des surfaces refroidies offertes à la vapeur introduite va en augmentant. Les condensations deviennent nulles lorsque l'admission a lieu pendant toute la course du piston; l'espace dans lequel est introduite la vapeur a cependant, durant le coup de piston précédent, communiqué librement soit avec l'atmosphère, soit avec le condenseur.

» Il est également digne de remarque que le mode d'échappement de la vapeur à l'air libre ou dans un condenseur influence faiblement les condensations. Ce n'est donc pas dans le refroidissement résultant de l'échappement qu'il faut chercher la cause principale des condensations à l'admission.

» On constate, au contraire, qu'il y a une relation étroite entre les phénomènes qui ont lieu pendant la détente et l'importance des condensations; ces dernières sont d'autant plus considérables que la chute de température pendant la détente est plus grande. Aux pressions élevées et aux faibles admissions, qui correspondent à de grandes chutes de température pendant l'expansion, correspondent les condensations élevées.

» Aux admissions qui ont lieu pendant toute la course ne correspond aucune condensation. Enfin une faible surélévation de la température à la fin de la détente, obtenue par un moyen artificiel comme l'enveloppe de vapeur, diminue beaucoup les condensations initiales.

» Des expériences ultérieures permettront, sans doute, d'entrer plus avant dans l'étude des phénomènes, et de résoudre les nombreuses questions, encore fort obscures, que soulève le mode d'action de la vapeur dans les cylindres des machines. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Dangers des générateurs mécaniques d'électricité; moyen de les éviter.* Note de M. **A. d'Arsonval** (1).

« L'emploi de plus en plus général des puissants générateurs électromagnétiques a causé plusieurs accidents, ayant quelquefois entraîné mort d'homme. Aussi cherche-t-on, en ce moment, à réglementer l'emploi de l'électricité et à déterminer expérimentalement la tension et l'intensité dangereuses en pratique.

» Le problème ainsi posé est mal posé et n'est susceptible d'aucune solution, ainsi que la présente Communication a pour objet de le montrer. Et d'abord, ce n'est pas, en général, quand le courant électrique avait un régime permanent que se sont produits les accidents, mais bien au moment de la rupture ou de l'établissement du circuit électrique. Dans ces conditions, c'est le corps de l'expérimentateur qui rétablit la continuité du circuit rompu pendant un temps plus ou moins long. Il est facile de montrer

---

(1) Mes expériences ont été faites au Collège de France en février et mars 1884. J'en ai communiqué les principaux résultats à la Société de Biologie le 20 décembre 1884.

que, à ce moment, les dangers que court l'opérateur ne dépendent nullement de la *tension* et de l'*intensité* du courant primitif, comme on le croit généralement, mais se trouvent sous la dépendance d'un facteur tout autre, qu'on ne peut calculer par la seule connaissance de la tension et de l'intensité du courant primitif.

» Tous les physiologistes savent, d'autre part, que l'énergie d'une excitation électrique dépend beaucoup moins de l'intensité du courant que de la rapidité de chute du potentiel et de la fréquence des excitations.

» Cela posé, les propositions suivantes deviennent pour ainsi dire évidentes d'elles-mêmes.

» PROPOSITION I. — *Une pile et une machine donnant dans un circuit rectiligne deux courants ayant même tension et même intensité n'offrent pas les mêmes dangers.*

» En effet, si l'on rompt le circuit en un point quelconque, en tenant dans chaque main un bout du fil non isolé, on constate que la pile donne à peine une secousse, tandis que la machine produit une excitation beaucoup plus considérable des systèmes nerveux et musculaire, excitation qui peut devenir foudroyante en certains cas. Cette différence tient à ce que la pile, dans un circuit rectiligne, ne donne pas d'extra-courant, tandis que la machine, par le fait même de sa construction, en donne un dont la puissance varie avec la longueur et le mode d'enroulement de son circuit, et aussi avec la quantité de fer qui en forme la carcasse. Le danger réside donc uniquement dans la puissance de l'extra-courant, résultant de la *self-induction* du générateur d'électricité.

» De ces considérations très simples, résultant de l'expérience, on déduit les propositions suivantes :

» PROPOSITION II. — *Deux machines donnant des courants ayant même intensité et même tension dans un circuit semblable peuvent être inégalement dangereuses;* car leurs coefficients de *self-induction* et par conséquent leurs extra-courants peuvent être fort différents.

» PROPOSITION III. — *Un même courant non dangereux dans un circuit peut l'être dans un autre.* Il suffit, en effet, de donner au circuit une *self-induction,* par un moyen quelconque (par l'interposition d'un électro-aimant, par exemple).

» J'ai vérifié expérimentalement ces déductions de la théorie, en opérant sur des cobayes, au moyen d'une machine Gramme de laboratoire et d'accumulateurs. La tension des courants employés a varié seulement de 2 à 20 volts, et l'intensité de 1 à 30 ampères. Malgré la faiblesse des moyens

employés, j'ai néanmoins réussi à tuer des cobayes. On voit par conséquent que, si l'on veut supprimer tout danger dans l'emploi de l'électricité, on arrive fatalement à cette conclusion absurde qu'il faut supprimer l'électricité elle-même.

» J'ai cherché un remède à cet état de choses. Voici un moyen qui s'est montré efficace dans tous les cas et qui constitue un procédé général de suppression des extra-courants.

» Pour éviter tout danger, que faut-il en somme? Uniquement empêcher que l'extra-courant puisse traverser le corps de l'expérimentateur. Nous savons, d'autre part, que la tension de l'extra-courant est infiniment plus grande que celle du courant primitif qui lui donne naissance.

» Cela posé, je place *en dérivation* sur les bornes du générateur électrique une série de voltamètres à lames de plomb et à eau acidulée, en nombre suffisant pour que leur force électromotrice de polarisation soit supérieure à la force électromotrice maxima de la machine. *Cette dérivation est absolument infranchissable pour le courant direct,* mais il n'en est pas de même pour l'extra-courant qui la traverse facilement. Au moment de la rupture du circuit, l'extra-courant passe à travers les voltamètres, et le corps humain est absolument garanti.

» C'est là une méthode générale très simple pour la suppression des extra-courants. Elle est susceptible d'applications nombreuses, que j'ai déjà en partie réalisées, mais dont l'exposé ne peut trouver place dans cette courte Note. J'ai pris des voltamètres à lames de plomb, parce que ce sont ceux qui développent *pratiquement* la plus grande force électromotrice; j'en varie la disposition suivant les cas.

» On voit que le procédé que je propose consiste dans l'établissement d'une dérivation, *infranchissable pour le courant direct,* ne créant par conséquent aucune perte de ce courant. Cette dérivation n'en est une que pour l'extra-courant. Elle joue le rôle d'une soupape de sûreté qui se soulève seulement et automatiquement pour une pression déterminée. »

CHIMIE. — *Sur les sulfates de zinc ammoniacaux, et sur la séparation en deux couches d'une solution purement aqueuse.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« En préparant un sulfate ammoniacal de zinc, j'ai observé un curieux phénomène de séparation d'un liquide aqueux en deux couches, phénomène qui n'a jamais été signalé à ma connaissance, si ce n'est pour les liqueurs

hydro-alcooliques et analogues. Je dissous 100gr de sulfate de zinc cristallisé dans de l'ammoniaque aqueuse bien refroidie (1) et je fais passer un courant de gaz ammoniac dans cette solution en évitant toute élévation de température.

» Après plusieurs minutes d'un courant gazeux rapide, on voit se former au sein du liquide des stries d'apparence huileuse; en continuant de faire passer le gaz, le liquide devient de plus en plus opalin, et si à ce moment, interrompant le courant, on laisse reposer la liqueur, on voit qu'elle se sépare en deux couches très distinctes. Par agitation du ballon les deux couches se mêlent en produisant l'aspect d'une émulsion d'huile dans l'eau, mais elles se reséparent de nouveau par le repos. Si, dans un petit tube à essai bien bouché, on met quelques centimètres cubes de ces deux couches et qu'on agite très fortement en chauffant un peu avec la main, le liquide redevient homogène; mais, abandonné à lui-même, il reproduit, après quelques instants, les deux couches primitives.

» Continue-t-on à faire passer de l'ammoniaque dans le liquide séparé en deux couches, alors la couche inférieure devient prédominante et, à mesure que la supérieure disparaît, il se forme un abondant précipité cristallin de petites aiguilles feutrées qui, séchées rapidement dans du papier, car elles sont très déliquescentes, possèdent la composition

$$ZnSO^4, 2AzH^3, 3HO,$$

très voisine de celle d'un corps obtenu par Kane.

» Abandonnée à elle-même, la couche inférieure seule ne cristallise pas en général; cependant elle peut parfois laisser déposer, après plusieurs jours, quelques grands cristaux en tables de même formule que celle déjà mentionnée. Cette même couche, additionnée de son volume d'alcool ordinaire, ne se mélange pas avec ce réactif, même par une vive agitation; mais peu à peu, au contact des deux liquides, on voit apparaître de fines aiguilles possédant encore la même composition que ci-dessus.

» Si l'on prend le ballon dans lequel se trouve un épais dépôt cristallin que surnage une seule couche homogène et qu'on le chauffe doucement, vers 20°, à mesure que les cristaux disparaissent avec dégagement d'ammoniaque, on voit des gouttelettes huileuses réapparaître et former une

(1) On peut encore prendre simplement une solution de sulfate de zinc et la saturer de gaz ammoniac : le précipité qui se forme ne tarde pas à se redissoudre; l'opération est alors plus longue.

couche inférieure de plus en plus abondante. Vers 28°, tous les cristaux ont disparu : il n'y a plus que deux couches liquides bien nettes. En continuant de chauffer, vers 36°, le liquide devient homogène : on ne distingue plus de surface de séparation à l'intérieur du vase.

» La couche inférieure elle-même, quand on la refroidit, devient trouble vers + 1° et il se sépare au fond du tube des gouttelettes huileuses; en réchauffant le liquide, celui-ci redevient homogène vers 6°.

» Voici la moyenne (quatre expériences) des analyses du liquide des deux couches primitivement obtenues :

Couche supérieure.			*Couche inférieure.*		
Densité		0,953 à 8°	Densité		1,2714
1cc renferme	AzH^3	0gr,2449	1cc renferme	AzH^3	0gr,2818
	Zn	0gr,0205 (1)		Zn	0gr,1732
d'où			d'où		
	AzH^3	25,69 %		AzH^3	22,16 %
	Zn	2,15		Zn	13,62

» On voit que le rapport $\frac{Zn}{AzH^3}$ dans la couche supérieure est égal sensiblement à $\frac{1}{23}$: cette couche ne renferme donc que très peu de zinc; le rapport $\frac{AzH^3}{HO} = \frac{1}{5}$. De même, dans la couche inférieure, le rapport $\frac{Zn}{AzH^3} = \frac{1}{3,1}$ et $\frac{AzH^3}{HO} = \frac{1}{4}$. Au contraire, pour les cristaux déposés dans la couche inférieure, le rapport $\frac{Zn}{AzH^3}$ était égal à $\frac{1}{2}$.

» Il est facile de produire deux couches bien distinctes en partant d'une solution de sulfate de zinc et d'une solution d'ammoniaque.

» J'ai pris 1cc,7 d'une solution de sulfate de zinc saturée à 6° (renfermant 419gr,4 $ZnSO^4$ par litre, D = 1,414) et j'ai ajouté, en refroidissant, de l'ammoniaque concentrée (348gr = 1 litre). Les premières gouttes de ce dernier réactif donnent lieu au précipité connu (sulfate basique) qui disparaît aisément par agitation; mais, quand on a eu mis 4cc,3 d'ammoniaque, il s'est produit des gouttelettes huileuses. Le liquide total renfermait alors 0gr,249 AzH^3 par centimètre cube.

» Cette expérience, répétée un grand nombre de fois, a toujours donné le même résultat. »

---

(1) L'acide sulfurique est équivalent au zinc dans toutes ces analyses.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des sulfite et bisulfite d'ammoniaque.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« I. L'étude thermique des sulfite et bisulfite d'ammoniaque a été précédée de la mesure de la chaleur de neutralisation de l'acide sulfureux par l'ammoniaque. J'ai trouvé, entre + 8° et + 10° :

S^2O^4 (64^{gr} dans 4^{lit}) + $2AzH^4O$ ($1^{éq} = 26^{gr} = 2^{lit}$)... + $12^{Cal},70 \times 2$
S^2O^4 » + AzH^4O » ... + $14^{Cal},78$

» On en déduit, pour l'action d'un second équivalent d'ammoniaque sur le bisulfite dissous formé à l'instant même :

S^2O^4, AzH^4O étendu + AzH^4O étendu............ + $10^{Cal},62$

» Un excès d'ammoniaque dégage très peu de chaleur :

AzH^4O, SO^2 dissous + AzH^4O dissous............. + $0^{Cal},23$

» Dans ces déterminations, les solutions d'acide sulfureux étaient préparées avec de l'eau bouillie saturée d'azote, et titrées par l'iode et par l'alcalimétrie. Dans plusieurs expériences, j'ai dissous dans l'eau bouillie l'acide sulfureux liquide pesé dans une ampoule de verre, ce qui fournissait un contrôle direct aux titrages. Les liqueurs étaient employées deux ou trois heures après leur préparation.

» II. *Sulfite neutre d'ammoniaque.* — On obtient ce composé en saturant jusqu'à neutralisation une dissolution très concentrée d'ammoniaque pure par de l'acide sulfureux, et laissant refroidir la liqueur légèrement alcaline. Il se dépose des cristaux incolores, volumineux, de sulfite neutre hydraté, AzH^4O, SO^2, HO.

» Les cristaux retiennent toujours un peu d'eau interposée, environ un tiers d'équivalent. En cherchant à les dessécher plus complètement, on obtiendrait un peu de sulfate.

	Calculé pour		
	AzH^4O, SO^2, HO.	AzH^4O, SO^2, HO + $\frac{1}{3}$HO.	Trouvé.
AzH^4O	38,81	37,14	37,50
SO^2.................	47,76	45,71	45,39

La chaleur de dissolution de ce corps a été trouvée de — $2^{Cal},68$ à + 8° pour $1^{éq}$ de sel (1 partie dans 60 parties d'eau).

» Le sulfite neutre hydraté chauffé pendant plusieurs heures dans un

courant d'hydrogène sec à 130°-140° devient anhydre. Dans cet état, sa chaleur de dissolution à + 8° est de $-0^{Cal},77$ (1 p. dans 60 p. d'eau).

» On en déduit :

AzH^4O, SO^2 solide + HO liquide = AzH^4O, SO^2, HO solide..... $+1^{Cal},91$
AzH^4O, SO^2 solide + HO solide = AzH^4O, SO^2, HO solide..... $+1^{Cal},195$

» Connaissant la chaleur de formation de l'acide sulfureux et de l'ammoniaque, on peut calculer, au moyen des nombres précédents, la chaleur de formation du sulfite neutre anhydre :

S solide + O^3 gaz + H^4 gaz + Az gaz = AzH^4O, SO^2 solide .... $+107^{Cal},72$
S gaz + O^3 gaz + H^4 gaz + Az gaz = AzH^4O, SO^2 solide .... $+109^{Cal},0$
SO^2 gaz + AzH^3 gaz + HO gaz = AzH^4O, SO^6 solide .... $+32^{Cal},4$

» III. *Bisulfite d'ammoniaque*, AzH^4O, S^2O^4 (*métasulfite*). — Ce composé se dépose en gros cristaux dans une dissolution obtenue en saturant par l'acide sulfureux de l'ammoniaque très concentrée. Il est plus difficile encore de le dessécher complètement, car il perd la moitié de son acide sulfureux à l'air, et le résidu s'oxyde rapidement.

Analyse.	Calculé pour AzH^4O, S^2O^4.	Calculé pour $AzH^4O, S^2O^2 + \frac{1}{12} AzH^4O, SO^3 + \frac{2}{5}$ HO.	Trouvé.
AzH^4O	28,89	28,42	27,94
SO^2 libre (par l'alcalimétrie).	35,55	32,29	32,49
SO^2 total (par l'iode)........	71,11	64,58	64,53
S total (SO^2 total et S total par le chlore)...............	35,55	33,64	33,63

» En tenant compte de la petite quantité d'eau et du sulfate d'ammoniaque qu'il retient, j'ai trouvé pour la chaleur de dissolution de ce composé $-3^{Cal},19$ par équivalent à + 8° (1 p. du sel dans 60 p. d'eau).

» On en déduit, pour la chaleur de formation :

S^2 sol. + O^5 gaz + H^4 gaz + Az gaz = AzH^2O, S^2O^4 sol......... $+150^{Cal},0$
S^2 gaz + O^5 gaz + H^4 gaz + Az gaz = AzH^4O, S^2O^4 sol......... $+152^{Cal},6$
S^2O^4 gaz. + AzH^3 gaz + HO gaz = AzH^4O, S^2O^4 sol. .... $+40^{Cal},0$

» La dissolution du métasulfite, additionnée immédiatement de $1^{éq}$ d'ammoniaque, a donné

$AzH^4O, S^2(1^{éq} = 6^{lit}) + AzH^4O(1^{éq} = 2^{lit}) = 2(AzH^4O, SO^2)$ étendu... $+10^{Cal},37$.

» D'après les résultats donnés plus haut, on devrait avoir $+10^{Cal},62$. Ces deux nombres concordent sensiblement, ce qui montre que le métasulfite d'ammoniaque existe seul dans les dissolutions, à l'exclusion du

bisulfite hydraté, comme il arrive pour le sel de soude. En fait, on n'a point signalé l'existence d'un bisulfite d'ammoniaque hydraté.

» IV. Il est difficile de calculer avec précision, au moyen de ces données, la quantité de chaleur produite par la fixation de l'oxygène sur le monosulfure et le bisulfure d'ammonium pour former les sulfite, sulfate et bisulfite, ces deux sulfures n'étant pas connus à l'état solide.

» On peut y arriver cependant, avec une approximation suffisante, en partant des résultats obtenus par M. Sabatier.

$$Az + H^4 + S^4 \text{ sol.} = AzH^4S^4 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +34^{Cal},53$$
$$Az + H^4 + S^5 \text{ sol.} = AzH^4S^5 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +34,73$$
$$Az + H^4 + S^8 \text{ sol.} = AzH^4S^8 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +34,83$$

Le monosulfure n'est connu qu'à l'état dissous :

$$Az + H^4 + S \text{ sol.} + Aq. = AzH^4S \text{ diss} \ldots\ldots\ldots \quad +28^{Cal},4$$

mais, en lui attribuant une chaleur de dissolution très voisine de celle des trois polysulfures, qui est $-4^{Cal},1$, $-4^{Cal},2$ et $-4^{Cal},3$, soit $-4^{Cal},0$,

$$Az + H^4 + S \text{ sol.} = AzH^4S \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +32^{Cal},4$$

et, pour le bisulfure,

$$Az + H^4 + S^2 \text{ sol.} = AzH^4S^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 33^{Cal},1$$

Au moyen de ces nombres, on obtient les deux séries suivantes :

Bisulfure AzH^4S^2	$+\ 33^{Cal},1$
Métasulfite $AzH^4S^2O^5$	$+150,0$
Monosulfure $Az^2H^8S^2$	$+64,8$
Sulfite $Az^2H^8S^2O^6$	$+215,4$
Sulfate $Az^2H^8S^2O^8$	$+282,2$

d'où l'on déduit

Pour O^5 fixé sur	AzH^4S^2	$5\times 23^{Cal},4$	pour donner	$AzH^4S^2O^5$,
» O^6 »	$Az^2H^8S^2$	$6\times 25,1$	»	$Az^2H^8S^2O^6$,
» O^2 »	$Az^2H^8S^2O^6$	$2\times 33,2$	»	$Az^2H^8S^2O^8$.

» Des mesures analogues faites précédemment sur les sels de potasse et de soude correspondants avaient donné pour les sels de potasse

$$5\times 26,3,\quad 6\times 28,4,\quad 2\times 34,8,$$

et

$$5\times 25,7,\quad 6\times 28,8,\quad 2\times 32,7,$$

pour les sels de soude. Les coefficients ainsi obtenus dans les trois séries

sont donc très voisins, et croissent à peu près de la même manière avec le degré d'oxydation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'hypertrophie cardiaque résultant de la croissance.* Note de M. GERMAIN SÉE, présentée par M. Vulpian.

« I. *Exposé.* — On constate fréquemment, chez les jeunes gens de 15 à 20 ans, des troubles fonctionnels variés, tels que palpitations violentes, accès d'étouffement intermittents, maux de tête continus, coexistant avec une augmentation du volume du cœur. Mon attention a été attirée sur ce point il y a une douzaine d'années, lors de la réorganisation de l'armée française, par un certain nombre de faits observés chez les jeunes gens qui venaient réclamer, pour leur volontariat, un certificat d'aptitude physique. Depuis lors, j'ai pu suivre plus de quatre-vingts malades, âgés la plupart de 16 à 21 ans, ainsi que des enfants âgés de 8 à 16 ans; je n'ai plus de doute aujourd'hui sur la relation étroite qui relie, d'une part, ces troubles fonctionnels à un développement exagéré du cœur, et, d'une autre part, ce développement anormal de l'organe principal à la croissance même du corps.

» II. *Physiologie de la croissance du cœur.* — La Physiologie nous fournit une explication rationnelle de cette relation. Le cœur, on le sait, d'après les recherches de Benecke et de Bizot, double de volume de la naissance à la deuxième année; de la deuxième à la septième, il double encore; de 7 à 15 ans il reste, au contraire, presque stationnaire; mais de 15 à 20 ans il augmente du tiers de son volume, pour continuer ensuite à croître lentement. Ainsi, de 7 à 15 ans, il y a un temps d'arrêt dans la croissance du cœur, et c'est alors le corps qui se développe; au moment de l'adolescence, c'est l'inverse; l'organe central prend un accroissement rapide de volume.

» Or, qu'il y ait, à un moment, perturbation dans la croissance régulière du corps ou dans le développement normal du cœur, et l'on pourra voir s'exagérer le poids cardiaque et une véritable hypertrophie se dessiner.

» Tantôt la croissance corporelle suit son cours physiologique, mais le muscle cardiaque s'accroît outre mesure, d'une manière hâtive; le cœur devance le corps.

» Tantôt la croissance générale se fait trop rapidement, comme on le voit souvent après une fièvre grave, et le cœur est obligé de suivre, d'après

la loi biologique qui proportionne le développement du muscle au travail qu'il doit accomplir et à l'obstacle qu'il doit surmonter.

» Dans ces deux conditions, il y aura hypertrophie *vraie* du cœur, c'est-à-dire augmentation de volume et de nombre des fibres musculaires.

» III. *Cœur forcé de l'enfant.* — Je distingue absolument cette hypertrophie véritable de la *dilatation* du cœur qui survient chez les enfants plus jeunes soumis à un travail corporel excessif ou à des fatigues intellectuelles, comme celles qui résultent de certains programmes d'études par exemple. En pareil cas, le cœur ne s'hypertrophie plus; il se dilate, la fibre musculaire mal nourrie s'altère; le cœur est forcé, surmené et non hypertrophié. Il se produit ici la même série d'accidents que Peacok et Albutt ont signalés chez les ouvriers anglais dont la profession exige un grand développement de forces, que Thurn et Fraenzel ont observés, de leur côté, dans l'armée allemande, et Dacosta, dans l'armée américaine.

» Je distingue encore cette hypertrophie de croissance des modifications subies par le cœur chez les enfants dont la poitrine est déformée, de celles qui résultent de mauvaises attitudes du tronc ou des déviations de la colonne vertébrale. C'est sur le cœur *droit* que porte alors l'hypertrophie, tout à fait distincte, comme conséquence et comme traitement, de l'hypertrophie physiologique du ventricule gauche.

» IV. *Signes physiques et troubles fonctionnels de l'hypertrophie de croissance.* — Les signes physiques sont au nombre de trois : l'augmentation de la matité cardiaque dans le sens de sa longueur; l'existence d'un souffle systolique, ayant son maximum vers la pointe du cœur; enfin, mais plus rarement, des irrégularités dans le rythme du cœur et du pouls. Je réunis les troubles fonctionnels sous trois types principaux.

» *a. Type tachycardique.* Caractérisé par des palpitations violentes, seul phénomène accusé par le jeune malade, et qu'on ne manque pas de rapporter à l'anémie ou au nervosisme; c'est l'erreur qu'on commet plus souvent encore chez les jeunes filles atteintes d'hypertrophie.

» *b. Type dyspnéique.* Les malades se plaignent d'une gêne de la respiration qui s'exagère à l'occasion d'exercices violents ou prolongés, sans que l'auscultation montre aucune altération pulmonaire ni aucune lésion des orifices ou des valvules du cœur.

» *c. Type céphalagique.* Ce type répond à cette céphalée de croissance que Charcot, Keller, Blache ont bien décrite et dont les relations avec l'hypertrophie du cœur des adolescents me paraissent très fréquentes. Le mal de tête est ordinairement lié, comme le prouve l'influence du traite-

ment, aux troubles circulatoires qu'apporte l'hypertrophie cardiaque dans le système vasculaire du cerveau.

» V. *Hygiène et traitement.* — Il est indispensable de traiter cette hypertrophie de croissance qui, par ses manifestations fonctionnelles, persistantes, peut compromettre l'avenir des jeunes gens. Mais, le traitement régulièrement institué et suivi, il n'est nullement nécessaire d'interrompre l'éducation des malades ou de leur interdire d'une manière absolue la vie active du service militaire. J'ai pu ainsi, sans inconvénients, malgré des avis souvent contraires des médecins militaires, obtenir l'inscription ou la réintégration de ces adolescents dans les cadres de l'armée; en recommandant la modération dans les exercices, on obtient souvent même de très bons effets sur la maladie elle-même.

» C'est le contraire pour les jeunes enfants qui ont plutôt le cœur dilaté qu'hypertrophié. Chez eux, il faut ménager non seulement les forces physiques, surtout la force du cœur, mais encore les facultés intellectuelles.

» Le *traitement* qui devra être mis en usage est exclusivement cardiaque. J'emploie la digitale d'une manière passagère, la convallamarine (c'est-à-dire le principal glycoside du muguet) d'une façon régulière, et toujours l'iodure de potassium, qui est un des plus puissants agents cardiaques et respiratoires.»

M. Larrey présente, à propos de cette Note, les observations suivantes :

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques mots à ce que vient de dire M. Vulpian, avec sa légitime autorité médicale. Une longue expérience de la pratique des Hôpitaux militaires et des Conseils de revision me fait un devoir de réfuter l'opinion trop confiante d'admettre dans les rangs de l'armée des jeunes gens atteints d'hypertrophie du cœur par croissance. Les soumettre ainsi aux fatigues de toute sorte serait les exposer aux dangers les plus graves, alors que leur état de santé réclame des soins attentifs, incompatibles avec la carrière du soldat. On peut supposer qu'un service facile, restreint à des exercices modérés, sous la condition expresse du repos et des ménagements nécessaires, se concilie avec un état organique aussi essentiel à soigner; mais tel n'est pas, en réalité, le principe de la vie militaire, qui ne saurait s'astreindre, dans ses applications, à de telles réserves et deviendrait, tôt ou tard, plus nuisible qu'utile, sinon fatale aux jeunes gens atteints de cette hypertrophie du cœur. »

MICROBIOLOGIE. — *Caractères morphologiques différenciels des colonies jeunes de bacilles-virgules en semis, dans la gélatine nutritive.* Note de MM. **Nicati** et **Rietsch**, présentée par M. Vulpian.

« Les caractères différenciels indiqués, jusqu'à ce jour, par les auteurs (1) sont basés essentiellement : 1° sur l'aspect de la colonie ; 2° sur l'étendue et la rapidité de liquéfaction de la gélatine, autour de la colonie. Il y a lieu, pensons-nous, de comprendre dans une seule et même description, non seulement le noyau désigné communément sous le nom de *colonie*, mais encore toute la zone dite de *liquéfaction*, qui renferme elle-même de nombreux bacilles.

» On peut distinguer dans la colonie, ainsi comprise, et figurant, on le sait, une ulcération cupuliforme, creusée à la surface de la gélatine, trois zones concentriques (grossissement de 50 diamètres environ) :

» 1° *Une zone périphérique*, ruban circulaire présentant sur son bord extérieur un liséré granuleux finement dentelé. A l'intérieur du liséré, cette zone est diaphane et marquée seulement, de distance en distance, par de petites granulations ;

» 2° *Une zone moyenne* lacunaire que l'on dirait composée de petits fragments hyalins, formant un réseau plus ou moins irrégulier ;

» 3° *Un noyau central* aux bords déchiquetés et d'une très faible teinte gris jaunâtre. Il présente une apparence craquelée et se trouve plus profondément enfoncé dans la gélatine que les deux premières zones ; de profil, on voit nettement qu'il occupe le fond de la coupe.

» Nous avons signalé déjà un faux bacille-virgule, dans les matières intestinales de l'homme sain et de divers animaux (2) ; il existe très probablement aussi dans l'air atmosphérique. Ses colonies, lorsqu'elles commencent à passer par une zone de liquéfaction manifeste, présentent un aspect hyalin et une apparence granuleuse qui les différencient de la plupart des autres colonies bactériennes et les rapprochent de celles du vrai bacille-

(1) Koch, *Berliner klin. Wochenschrift*, 1884, nos 31 et suivants. — *Deutsche Med. Wochenschrift*, 1884, n° 45. — Van Ermengen, *Contribution à l'étude du microbe du choléra asiatique*, etc. Bruxelles, 1884. — Johne, *Deutsche Zeitschrift für Thiermed*, t. XI, p. 87. — Buchner, *Münchner aertz Intell.*, 1884, p. 549.

(2) *Semaine médicale*, 18 septembre 1884. Il nous paraît devoir être identique à celui qui a été décrit ensuite, par Finkler et Prior, comme appartenant au choléra sporadique.

virgule; cependant elles se distinguent aisément de ces dernières par les caractères suivants, reconnaissables au même grossissement de 50 diamètres :

» Zone périphérique, en ruban festonné;

» Zone moyenne, non lacunaire, qui présente des saillies correspondant aux convexités de la zone externe et une stiration radiée;

» Zone centrale : au début, un noyau dense, un peu brunâtre et qui se désagrège ultérieurement.

» Ces colonies s'étendent beaucoup plus rapidement que celles du vrai bacille-virgule à la surface de la gélatine.

» Il nous a paru intéressant de rapporter ces détails, parce que, joints à l'odeur caractéristique que nous avons signalée dans une Note récente (¹), ils constituent, pour la colonie des bacilles-virgules cholériques, des traits distinctifs non moins importants que ceux des individus pris isolément. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse d'une chrysotile (serpentine fibreuse ayant l'aspect de l'asbeste); silice fibreuse résultant de l'action des acides sur les serpentines.* Note de M. A. Terreil, présentée par M. Daubrée.

« L'échantillon asbestiforme dont il s'agit provient du Canada; il se présente sous la forme d'une masse d'un blanc grisâtre, noir brun par endroits, formée de parties fibreuses qui se divisent en filaments brillants d'une finesse telle qu'ils ressemblent à des fils d'araignée.

» L'échantillon a près de $0^m,06$ d'épaisseur; les fibres qui le constituent sont inclinées d'environ 60° sur les deux parois du filon. La densité de ce minéral est 2,56. Après avoir été desséché à 100°, il a présenté la composition suivante :

	Nombres trouvés.	Nombres calculés.
Silice	37,10	36,45
Magnésie	39,94	41,66
Protoxyde de fer	5,73	6,25
Alumine	traces	»
Eau	16,85	15,64
	99,62	100,00

(¹) *Comptes rendus*, séance du 24 novembre 1884.

» Les nombres calculés ont été donnés par la formule

$$6(SiO^2, 2MgO)SiO^2, FeO + 10HO.$$

» Ce silicate est infusible au chalumeau. Lorsqu'il a été chauffé fortement, il se colore en jaune ocreux, tout en perdant de sa flexibilité.

» Les acides bouillants lui enlèvent toute sa magnésie et son oxyde de fer, et, chose très remarquable, la silice qui résulte de cette décomposition conserve la forme fibreuse du minéral. Cette silice ne retient que des traces de magnésie; elle est d'une blancheur éclatante. Après une dessiccation à 100°, elle renferme encore 9,80 pour 100 d'eau, ce qui correspond à l'hydrate $3(SiO^2)HO$. Après une calcination au rouge, cette silice conserve la flexibilité de la soie; elle est soluble dans la dissolution bouillante de potasse concentrée, à la manière de la silice chimique, et, dans cet état, elle a conservé également l'action sur la lumière polarisée qu'elle exerçait à l'état de silicate.

» Cette singulière décomposition d'un silicate par les acides m'a amené à soumettre à l'action des mêmes réactifs différents minéraux que l'on désigne communément sous le nom de *serpentines* et qui sont, comme la chrysotile du Canada, des silicates de magnésie hydratés, plutôt basiques qu'acides, associés à de petites quantités de silicates de fer, de chrome, etc.

» J'ai constaté, ce que l'on savait depuis longtemps, que toutes les serpentines sont décomposées par les acides bouillants, et principalement par l'acide sulfurique concentré. La décomposition est lente à se faire avec les roches compactes; elle est beaucoup plus rapide avec les serpentines lamellaires ou fibreuses, enfin elle est presque immédiate avec les échantillons qui présentent de l'analogie avec la chrysotile du Canada, comme, par exemple, la chrysotile du Tyrol.

» La silice qui résulte de la décomposition de ces divers silicates magnésiens ne se présente pas sous la forme gélatineuse; elle possède le caractère que j'ai mentionné plus haut.

» Les serpentines que j'ai soumises à l'action des acides sont : l'antigonite de Zermatt (Valais), la chrysotile de Montville et la roche compacte qui les contient; la picrosmine fibreuse de Windischmatrei (Tyrol), les serpentines du Piémont, de Lancaster-County, du Groënland, la serpentine avec diallage du Hartz et un stéaschiste verdâtre.

» Le talc, qui est un silicate moins basique et moins hydraté que les serpentines, et l'asbeste ordinaire ou amiante qui se rapproche, par sa

composition, de l'amphibole, ne sont pas, comme on le sait, décomposés par les acides bouillants. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Phénomènes géologiques produits par les tremblements de terre de l'Andalousie, du 25 décembre 1884 au 16 janvier 1885.* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Hébert.

« La persistance du mouvement tellurique, commencé au 22 décembre dernier et qui se continuait encore le 16 janvier, est un des phénomènes les plus remarquables. Il a produit des effets de crevassement, de translation, d'exhaussement et d'affaissement du sol, que nous venons de constater en parcourant une partie de la province de Grenade, et que nous croyons utile de signaler à l'Académie.

» L'oscillation du 25 décembre dernier embrasse une extension superficielle considérable; le mouvement oscillatoire s'est graduellement accentué en direction du sud du plateau central espagnol; il a décrit un arc ellipsoïdal autour de la sierra Nevada. Les mouvements vibratoires, qui ont causé les tremblements de terre dans les provinces de Grenade et de Malaga et provinces limitrophes, se sont produits dans une région spécialement fracturée et disloquée. Le maximum d'intensité se trouve sur une courbe qui embrasse une partie de la sierra Nevada et suit ensuite rectilignement les lignes de fracture des sierras Tejeda, Almijara et de Ronda.

» Dans cette Note, nous n'indiquerons que les phénomènes géologiques observés et produits par les tremblements de terre de l'Andalousie, sans nous occuper des directions nord-ouest-sud-est, est-ouest et nord-sud suivies par le mouvement oscillatoire.

» *Crevassements du sol.* — Le sol s'est crevassé, fendillé sur plusieurs points. Dans les environs de Periana, au pied de la sierra Tejeda, des crevasses profondes se sont produites en présentant de larges ouvertures. Aux environs de la venta de Zaffarraya des crevasses semblables s'étendent sur une longueur considérable; elles prennent naissance au pied de la montagne et pénètrent dans la plaine; des maisonnettes ont même été entraînées dans ces crevasses, dont quelques-unes ont plusieurs kilomètres de longueur.

» Une des plus remarquables parmi ces crevasses est celle qui commence près la sierra de Jata et se termine près du village de Zaffarraya, sur une

longueur de près de 4 lieues. A Guevejar s'est également ouvert une crevasse parabolique d'environ 3^{km} de longueur, large de 3^m à 15^m et d'une grande profondeur : le son s'y *répercute vers l'intérieur* et une bougie allumée à 7^m de la surface a sa flamme *poussée vers l'extérieur* et *s'éteint*. A 3^{km} de Santa Cruz et à 2^{km} d'Alhama, le pied d'une montagne s'est crevassé; il s'est fait une grande fente d'où sortent des gaz fétides à odeur d'acide sulfhydrique; à 1^{km} de distance, l'odeur est perceptible. De cette fente jaillit une source abondante d'eau sulfureuse à une température de 42° C., débitant de 1^{mc} à 2^{mc} par seconde; d'ailleurs tous les cerros des environs d'Alhama sont actuellement crevassés.

» La crevasse de Guevejar, ouverte en forme de fer à cheval, court en direction N. 83° E. une distance de 190^m; elle atteint le sommet de la montagne, puis elle descend en prenant la direction est; elle monte de nouveau, pour redescendre en s'infléchissant vers le nord. En outre, il y a une infinité de petites fentes qui courent, les unes perpendiculairement, les autres parallèlement à la grande crevasse.

» *Translation du sol.* — Le sol est devenu d'une grande mobilité sur tous les points où les oscillations ont été intenses; le mouvement des terres entraîne les maisons, dont nous avons vu les emplacements anciens. Les terrains tertiaires d'Alhama, de Santa Cruz, d'Arenas del Rey, etc., ont peu d'adhérence, ils glissent et coulent facilement sur les pentes. Aussi les villages bâtis sur ce sol mobile sont tombés aux premières oscillations du tremblement de terre. Parmi les phénomènes de translation les plus remarquables, nous citons ce qui se passe à Guevejar et s'est passé à Alhama.

» La ville d'Alhama est bâtie sur un escarpement tertiaire, au pied duquel coule la rivière Almarchar; la ville haute s'est précipitée sur la ville basse, en entraînant une partie de l'escarpement et toutes les maisons qu'il portait.

» Le village de Guevejar, bâti sur le versant sud-ouest de la sierra de Cogollos, est assis sur une couche argileuse, qui repose elle-même sur une roche calcaire; une partie du village est située sur les flancs de la montagne, l'autre partie sur les bords de la rivière Cogollos. Depuis le 25 décembre dernier, date de l'ouverture de la grande crevasse, la partie haute du village de Guevejar éprouve un mouvement de translation au sud-ouest, vers la rivière. Certaines maisons, situées au centre de la parabole décrite par la crevasse, ont avancé de 27^m, tandis que d'autres, situées aux extrémités de cette courbe, n'ont avancé que de 3^m. Dans la sierra Tejeda, les

mouvements du sol ont acquis une telle importance depuis le 25 décembre dernier que les bergers qui la fréquentent l'ont abandonnée, ainsi que les paysans qui habitent les costijos isolés.

» *Dénivellations. Changement du régime des eaux.* — Les tremblements de terre de l'Andalousie ont déterminé des dénivellations considérables et modifié le régime des eaux. Des cerros se sont surélevés, d'autres affaissés. La crevasse de Guevejar, en se formant, a accumulé sur l'un des cerros un amoncellement de matériaux d'environ 1300^{mc} à 1500^{mc} de roches; au nord de la zone crevassée, un cerro de forme demi-circulaire s'est élevé d'une manière sensible. A l'extrémité sud de la crevasse de Guevejar, à 15^{m} de la rivière, il s'est formé un petit lac d'environ 200^{mq} à 300^{mq} de superficie, qui a 9^{m} de profondeur à son centre. Le versant opposé de la rivière où le lac s'est formé s'est élevé d'environ 13^{m} au-dessus de son niveau primitif. Tous les cours d'eau compris dans la zone de la crevasse de Guevejar ont disparu, laissant leurs lits à sec; la fontaine qui alimentait d'eau potable le village s'est également tarie.

» Les sources de la rivière Almarchar ont baissé de niveau, le lit s'est crevassé, les propriétés riveraines ne peuvent plus être irriguées.

» Le régime normal des eaux minérales de la contrée a été généralement modifié; des sources ont disparu, d'autres, au contraire, ont jailli. Près de Santa Cruz a jailli brusquement une source thermominérale abondante. Les eaux minérales d'Alhama jaillissent maintenant en plus grande abondance qu'avant la catastrophe de cette ville; la composition chimique et la température ont changé. Avant, elles avaient une température de 47° C. et le caractère salin; depuis le 25 décembre dernier, elles ont acquis un caractère sulfureux très marqué et une température de 50° C. A Albunal, les sources thermales de la rambla de Aldayar ont aussi beaucoup augmenté depuis le 25 décembre dernier. Sur quelques-unes d'elles se sont ouvertes des crevasses de plus de 1^{m} de diamètre, par où sourdent avec violence des masses d'eaux minérales. Enfin, à environ 700^{m} d'Albuñuelas, par des crevasses de forme elliptique, sortent, comme en bouillonnant, des matières d'aspect et de consistance grasse.

» *Nature du mouvement déduite des observations.* — Les observations que nous avons faites sur les lieux de la catastrophe, toutes restreintes, locales et incomplètes qu'elles soient, démontrent cependant que, durant le tremblement de terre du 25, il s'est produit des *mouvements d'oscillation* et des *mouvements de trépidation*.

» Ici, au tremblement de terre de la nuit de Noël, chacun de nous a d'abord éprouvé une secousse de *bas en haut* et, après un court intervalle, un autre mouvement, comme un *balancement*.

» En un point de la grande crevasse de Guevejar, un olivier a été partagé en deux parties depuis la racine jusqu'aux branches, chacune des parties occupant actuellement une lèvre de la fente, moitié de l'arbre sur un bord, l'autre moitié sur le bord opposé. Sur un autre point la crevasse divise en deux, selon le grand axe du prisme, le mur qui porte la roue d'une fabrique de poudre; enfin les nombreuses fentes des maisons du village ont également la direction de la ligne décrite par les crevasses.

» Les briques ou carreaux des habitations ont été soulevés par les côtés de leurs angles les uns contre les autres en prenant la forme de tombes. A Guevejar, dans certaines maisons, les tuiles ont tourné d'une demi-évolution en restant enserrées sur place, sans qu'une seule soit tombée à terre. On a observé à Alhama, Arenas del Rey, etc., que certains carreaux ont été complètement renversés.

» En certaines maisons détruites, les étages inférieurs apparaissent ensevelis à un niveau inférieur à leur niveau primitif, comme s'ils avaient obéi à un mouvement de haut en bas. Tout ceci prouve que le tremblement de terre du 25 décembre fut une combinaison d'*un mouvement de trépidation* et d'*un mouvement d'oscillation*. D'ailleurs, le 21 décembre et le 3 janvier, nous avons constaté de véritables trépidations à Malaga. »

M. **Hébert**, à la suite de cette Communication, ajoute :

« M. Noguès ne parle pas, dans sa Note, des nombreuses failles anciennes qui sillonnent le sol des régions bouleversées; mais je dois dire que j'ai reçu de Madrid, en date du 21 janvier, une lettre de M. Macpherson, dans laquelle cet habile géologue me confirme que les effets les plus désastreux du tremblement de terre ont eu lieu précisément, ainsi que sa lettre à M. Daubrée ([1]) le mentionne déjà, sur les failles qui limitent la masse archéenne de la sierra Tejea et Almijara, etc.

» Les phénomènes si curieux que signale M. Noguès, de sources thermales nouvelles, d'autres sources dont la nature a été profondément modifiée, les érosions que ces cours d'eaux souterrains peuvent opérer à l'inté-

---

([1]) *Comptes rendus*, 12 janvier 1885.

rieur, les dégagements de gaz qui s'échappent de certaines crevasses, tout cela ouvre aux investigations scientifiques un champ des plus étendus.

» Dans les régions granitiques, la grande profondeur d'où viennent les sources thermales rend compte de leur température. Ici elles paraissent sortir des terrains tertiaires et semblent être en rapport avec une source d'émanations gazeuses variées. C'est un sujet qui mérite d'être approfondi. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 janvier 1885.

Sur les tremblements de terre du midi de l'Espagne; par M. Hébert. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-4°. (Extraits des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

Déformation des corps solides. Limite d'élasticité et de résistance à la rupture; par Ch. Duguet; 2e Partie (*Statique générale*), chapitre VII : *Déformation et résistance des cylindres creux.* Paris, Berger-Levrault, sans date; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Le monde terrestre. L'homme et les animaux; par E.-D. Labesse et H. Pierret. Paris, G. Masson, 1885; in-8°.

Ed. Jannettaz. *Les roches. Description et analyse au microscope de leurs éléments minéralogiques et de leur structure. Gisements. Emplois.* Paris, J. Rothschild, 1884; in-18 relié. (Présenté par M. Fouqué.)

Les cimetières. Histoire et législation; par le Dr Gannal. 2e fascicule. Paris, Muzard et fils, 1885; in-8°.

L.-C.-E. Vial. *La chaleur et le froid.* 2e Supplément, *Attraction céleste.* Paris, impr. G. Guillois, 1884; br. in-8°.

Les marbres des Pyrénées. Etude et classement; par Ch.-L. Frossard. Paris, Grassart, 1884; br. in-8°.

Sur les actions verticales exercées par les ménisques capillaires des liquides; par C. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, impr. Hayez, 1884; br. in-8°.

G. SCHLEGEL. *Nederlandsch-Chineesch wordenbock;* deel I, aflevering I. Leiden, E.-J. Brill, 1884; in-8°.

Results of astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, in the year 1881; vol. XXXIX. Oxford, James Parker, 1884; in-8° relié.

I primi due libri del « Tractatus Sphæræ » di BARTOLOMEO DA PARMA, *astronomo del secolo* XIII, *pubblicati secondo l'unico manoscritto sincrono della biblioteca Vittorio Emanuele; da* E. NARDUCCI. Roma, 1885; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*) (Présenté par M. de Jonquières.)

Anales de construcciones civiles y de minas del Perú, publicados por la Escuela de construcciones civiles y de minas de Lima; t. IV. Lima, F. Masias, 1884; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JANVIER 1885.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CXV. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Les organismes problématiques des anciennes mers; par le marquis DE SAPORTA. Paris, G. Masson, 1884; in-4°.

Les travaux du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris, publiés par le Dr J.-V. LABORDE; t. I. Paris, Asselin et Houzeau, 1885; in-8°. (Présenté par M. P. Bert.)

Leçons cliniques sur les maladies des enfants; par le Dr ED. HENOCH. Traduites sur la deuxième édition allemande par le Dr L. HENDRIX. Paris, F. Savy, 1885; in-8°.

Index catalogue of the library of the Surgeon-general's office United States Army; vol. V. *Flaccus-Hearth.* Washington, Government printing office, 1884; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 FÉVRIER 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Dupuy de Lôme*, Membre de la Section de Géographie et Navigation, décédé à Paris le 1er février 1885.

M. **Jurien de la Gravière**, invité par M. le Président à prendre la parole, retrace en quelques mots les diverses phases de la brillante carrière de M. Dupuy de Lôme. Il rappelle ensuite, avec une émotion que l'Académie partage, les services rendus par cet illustre ingénieur, ceux qu'on était en droit d'en attendre encore.

« Il nous est enlevé, dit-il en terminant, au moment où la voie nouvelle dans laquelle vient de s'engager l'art naval appelait plus que jamais son intervention. La France fait une grande perte, et moi je pleure un ami. »

M. le **Président** propose à l'Académie de lever la séance, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

MÉCANIQUE. — *Sur le roulement des surfaces*. Note de M. H. Resal.

« Je m'étais occupé, vers 1857, des propriétés relatives au roulement d'une surface sur une surface fixe, mais en partant de considérations géométriques empruntées en grande partie à divers théorèmes de Ch. Dupin. J'ai été conduit, dernièrement, à revenir sur cette question, et j'ai dû reconnaître que ma théorie laissait quelque peu à désirer, quoique les principaux résultats auxquels elle m'avait conduit fussent exacts. Il m'a semblé que, en donnant une définition plus précise du mouvement de roulement, on devait arriver à des conséquences exemptes de toute objection; je me suis alors livré à quelques recherches dont je vais donner l'analyse.

» Je rappellerai d'abord les notations

$$p = \frac{dz}{dx}, \quad q = \frac{dz}{dy}, \quad r = \frac{d^2 z}{dx^2}, \quad s = \frac{d^2 z}{dx\,dy}, \quad t = \frac{d^2 z}{dy^2}$$

lorsque l'on a $z = f(x, y)$.

» Soient (S'), (S) la surface fixe et la surface mobile, tangentes actuellement au point O. Je dirai que (S) roule sur (S') si, à l'instant suivant, un point O_1 de (S) infiniment voisin de O et son plan tangent viennent respectivement coïncider avec un point O'_1 de (S') et son plan tangent.

» Le point O sera pris pour origine des coordonnées, et le plan tangent commun à (S) et (S') en ce point pour plan des xy, en laissant indéterminée, quant à présent, la direction de Ox.

» Les lettres qui se rapportent au point O_1 seront affectées de l'indice 1, et celles qui sont relatives à O'_1 seront de plus accentuées.

» On a, en remarquant que $p_0 = 0$, $q_0 = 0$, pour l'équation de la surface (S) aux termes près du troisième ordre,

$$(a) \qquad 2z = r_0 x^2 + 2 s_0 xy + t_0 y^2$$

et, comme conséquence,

$$(a_1) \qquad 2z_1 = r_0 x_1^2 + 2 s_0 x_1 y_1 + t_0 y_1^2.$$

» En s'arrêtant aux termes du second ordre, ce qui suffit dans ce qui suit, on a aussi

$$(b) \qquad p_1 = r_0 x_1 + s_0 y_1, \quad q = t_0 y_1 + s_0 x_1.$$

L'équation du plan tangent au point O_1 est

$$(c) \qquad z - z_1 = p_1(x - x_1) + q_1(y - y_1).$$

En vertu des valeurs (a_1) et (b), en conservant le terme indépendant des coordonnées courantes, quoiqu'il soit du second ordre, l'équation (c) devient

$$z = p_1 x + q_1 y - \left(\frac{r_0}{2} x_1^2 + s_0 x_1 y_1 + \frac{t_0}{2} y_1^2\right).$$

On a de même, pour l'équation du plan tangent à (S') en O'_1,

$$z = p'_1 x + q'_1 y - \left(\frac{r'_0}{2} x'^2_1 + s'_0 x' y' + \frac{t'_0}{2} y'^2_1\right).$$

On déduit de là, pour les équations de l'intersection des deux plans tangents, en projection sur xOy, yOz,

$$\begin{aligned} (q_1 - q'_1)y + (p_1 - p'_1)x = & \left(\frac{r_0}{2} x_1^2 + s_0 x_1 y_1 + \frac{t_0}{2} y_1^2\right) \\ & - \left(\frac{r'_0}{2} x'^2_1 + s_0 x'_1 y'_1 + \frac{t_0}{2} y'^2_1\right), \\ z(p_1 - p'_1) = (p_1 q'_1 - q_1 p'_1)y + & \left(\frac{r_0}{2} x_1^2 + s_0 x_1 y_1 + \frac{t_0}{2} y_1^2\right) p'_1 \\ & - \left(\frac{r'_0}{2} x'_1 + s'_0 x'_1 y'_1 + \frac{t'_0}{2} y'^2_1\right) p_1. \end{aligned}$$

Cette intersection sera l'axe instantané de rotation de (S); on supposera donnée la direction de la projection de cet axe sur le plan xOy, et l'on prendra pour Oy la parallèle en O à cette projection dont on représentera par χ la distance à l'origine. Les équations ci-dessus donneront, par suite,

$$(d) \quad \left\{ \begin{aligned} & q_1 = q'_1, \\ & (p_1 - p'_1)\chi = \left(\frac{r_0}{2} x_1^2 + s_0 x_1 y_1 + \frac{t_0}{2} y_1^2\right) \\ & \qquad - \left(\frac{r'_0}{2} x'^2_1 + s'_0 x'_1 y'_1 + \frac{t'_0}{2} y'^2_1\right), \\ & z = q_1 y + \frac{1}{p_1 - p'_1}\left[\left(\frac{r_0}{2} x_1^2 + s_0 x_1 y_1 + \frac{t_0}{2} y_1^2\right) p'_1 \right. \\ & \qquad \left. - \left(\frac{r'^2_0}{2} x'^2_1 + s_0 x'_1 y'_1 + \frac{t'_0}{2} y'^2_1\right) p_1 \right]. \end{aligned} \right.$$

» Soient ω_y, ω_z les composantes de la rotation instantanée ω, parallèles

à O_y, O_z; la dernière des équations précédentes donnera

$$\omega_z = q_1 \omega_y,$$

d'où

$$\omega_y = \frac{\omega}{\sqrt{1+q_1^2}} = \omega, \quad \omega_z = \frac{\omega q_1}{\sqrt{1+q_1^2}} = \omega q_1.$$

La rotation ω_z étant du premier ordre ne donnera lieu, dans le temps dt, qu'à un déplacement gyratoire du second ordre ou nul. On est donc ramené à considérer l'axe instantané comme étant défini par la seconde des équations (d) et par cette ordonnée parallèle à Oz,

$$(e) \quad \left\{ \begin{aligned} z_2 = \frac{1}{p_1 - p'_1}\Big[& \left(\frac{r_0}{2} x_1^2 + s_0 x_1 y_1 + \frac{t_0}{2} y_1^2\right) p'_1 \\ & - \left(\frac{r'_0}{2} x_1'^2 + s'_0 x'_1 y'_1 + \frac{t'_0}{2} y'^2\right) p_1 \Big]. \end{aligned} \right.$$

Cette longueur est du second ordre si p'_1 diffère de p_1; on supposera qu'elle est également du second ordre, sauf vérification ultérieure, dans le cas où $p'_1 = p_1$.

» L'axe instantané de rotation est alors la parallèle à Oy, qui coupe Ox à la distance χ de l'origine. Dans ces conditions, pour que le point O_1 vienne coïncider avec O'_1 au bout du temps dt, il faut que l'on ait $x'_1 = x_1$, $y'_1 = y_1$; la première et la seconde des équations (d) deviennent, par suite, en ayant égard aux valeurs (d),

$$(1) \qquad (t_0 - t'_0) y_1 + (s_0 - s'_0) x_1 = 0,$$

$$(f) \quad \left\{ \begin{aligned} & \chi[(r_0 - r'_0) x_1 + (s_0 - s'_0) y_1] \\ & = \frac{(r_0 - r'_0)}{2} x_1^2 + (s_0 - s'_0) x_1 y_1 + \frac{(t_0 - t'_0)}{2} y_1^2. \end{aligned} \right.$$

En éliminant $(t_0 - t'_0) y_1$ entre ces deux équations et supprimant un facteur commun, on trouve

$$(2) \qquad \chi = \frac{x_1}{2}.$$

Il est maintenant facile de s'assurer, en ayant égard à l'équation (1), que, dans tous les cas, la valeur de z_2 est du second ordre.

» En effet, si l'on pose $p_1 = p'_1 + \delta$, on a

$$\begin{aligned} z_2 = \frac{1}{\delta}\Big\{ & \left[\frac{(r_0 - r'_0)}{2} x_1^2 + (s_0 - s'_0) x_1 y_1 + \frac{(t_0 - t'_0)}{2} y_1^2\right] p'_1 \\ & - \left(\frac{r'_0}{2} x_1'^2 + s'_0 x'_1 y'_1 + \frac{t'_0}{2} y_1^2\right) \delta \Big\} \end{aligned}$$

ou, en éliminant $\frac{(t_0 - t'_0)}{2} y_1$ au moyen de l'équation (1),

$$z_2 = \frac{1}{\delta}\left\{[(r_0 - r'_0)x_1 + (s_0 - s'_0)y_1]\frac{p'_1 x_1}{2} - \left(\frac{r'_0}{2}x_1^2 + s'_0 x_1 y_1 + \frac{t'_0}{2}y_1^2\right)\delta\right\};$$

si l'on remarque que le coefficient de $\frac{p'_1 x_1}{2}$ n'est autre chose que $p_1 - p'_1 = \delta$, on a simplement

$$z_2 = \frac{p'_1 x_1}{2} - \left(\frac{r'_0}{2}x_1^2 + s'_0 x_1 y_1 + \frac{t'_0}{2}y_1^2\right),$$

ce qui est bien une quantité du second ordre, quelle que soit la relation qui existe entre p'_1 et p_1.

» Soient

o la projection commune de O_1, O'_1, sur le plan xOy;
λ l'angle de $Oo = ds$ avec Ox;
ν, ν' les angles formés avec Oz par les normales en O, O'_1 à (S), (S').

» L'équation (1) donne

(3) $$\tang\lambda = \frac{s_0 - s'_0}{t_0 - t'_0},$$

$$x_1 = ds\cos\lambda, \quad y_1 = ds\sin\lambda,$$

puis on a

$$p_1 = (r_0\cos\lambda + s_0\sin\lambda)\,ds,$$
$$q_1 = (t_0\sin\lambda + s_0\cos\lambda)\,ds,$$
$$\cos\nu = \frac{1}{\sqrt{1 + p_1^2 + q_1^2}} = 1 - \frac{p_1^2 + q_1^2}{2},$$
$$\nu^2 = p_1^2 + q_1^2 = [r_0^2\cos^2\lambda + s_0(r_0 + t_0)\sin 2\lambda + t_0^2\sin^2\lambda + s_0^2]\,ds,$$
$$2z_1 = (r_0^2\cos^2\lambda + s_0\sin 2\lambda + t_0\sin^2\lambda)\,ds^2,$$

et des relations semblables relativement à la surface (S').

» On choisira le sens des z positifs, de manière que z_1 soit lui-même positif. Le plan tangent en O_1, pour venir coïncider avec le plan tangent en O'_1, devra décrire autour de leur intersection l'angle $\nu + \nu'$ ou $\nu - \nu'$, selon que z'_1 sera négatif ou positif, ou encore suivant que les sections faites par le plan zOo opposeront ou non leurs convexités en O. On a donc, en comprenant les deux cas dans une même formule,

$$\omega\,dt = \nu \pm \nu'$$

ou

$$(4)\quad \begin{cases} \omega\,dt = \Big[\sqrt{r_0^2\cos^2\lambda + s_0(r_0+t_0)\sin 2\lambda + t_0^2\sin^2\lambda + s_0^2} \\ \qquad - \sqrt{r_0'^2\cos^2\lambda + s_0'(r_0'+t_0')\sin^2\lambda + t_0'^2\sin^2\lambda + s_0'^2}\,\Big]\,ds. \end{cases}$$

» Je me bornerai à appliquer les formules (3) et (4) aux cas particuliers suivants :

» 1° $s_0 = 0$, $s'_0 = 0$: Les plans zOx, zOy sont principaux pour les deux surfaces; on a $\lambda = 0$, et les sections faites par le premier de ces plans rouleront l'une sur l'autre.

» L'équation (4) devient

$$\omega\,dt = (r_0 \pm r'_0)\,ds$$

ou

$$(5)\qquad \omega\,dt = \left(\frac{1}{R} \pm \frac{1}{R'}\right) ds,$$

en désignant par R, R' les rayons de courbure des sections de (S) et (S').

» 2° $t_0 = 0$, $t'_0 = 0$: Les équations des deux indicatrices se réduisent à

$$2z = r_0 x^2 + 2s_0 xy,$$
$$2z = r'_0 x^2 + 2s'_0 xy.$$

Ces deux indicatrices sont hyperboliques et ont Oy pour asymptote commune; comme on a $\lambda = 90°$, le point o se trouvera sur Oy et O_1, O'_1 sur les lignes asymptotiques de (S), (S') tangentes à Oy, et dont xOy est le plan osculateur. Il y a donc là une impossibilité au roulement.

» 3° $t_0 = 0$, $t'_0 = 0$, $s_0 = 0$, $s'_0 = 0$: L'angle λ est indéterminé et le contact qui succède à O peut avoir lieu dans toutes les directions. C'est notamment le cas de deux surfaces développables tangentes à une génératrice commune, et le résultat obtenu est évident *a priori*.

» En revenant au cas général, je supposerai que, O_1 étant venu coïncider avec O'_1, on imprime à (S) une rotation ω' autour de la normale menée au point O au plan tangent en O'_1, ou, ce qui revient au même, autour de Oz. Il se produira au contact un glissement $\omega'\,ds\,dt$ de (S) sur (S') qui est du second ordre ou nul. Les rotations ω, ω' peuvent d'ailleurs avoir lieu simultanément.

» Cette considération s'applique notamment à l'engrenage de White ou de Hooke, et qui est sans frottement ou glissement, parce que l'axe instantané de rotation passe constamment par le point de contact des dents.

» Sur mes indications on a adopté, vers 1860, pour certaines pièces de

filature, un engrenage conique, également sans frottement, et qui est défini de la manière suivante. Je considère deux cônes tangents suivant une génératrice depuis leur sommet commun, puis deux lignes géodésiques tracées respectivement sur les deux cônes, partant d'un même point de la génératrice et faisant des angles égaux avec cette génératrice : les deux lignes serviront de directrices aux profils de dents qui sont d'ailleurs arbitraires, pourvu qu'il n'y ait ni emboîtement ni pénétration. »

MÉMOIRES PRESENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur les élevages de Phylloxeras en tubes.* Note de M. P. DE LAFITTE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'idée de M. Balbiani, de chercher le salut de nos vignes françaises dans la destruction de l'*œuf d'hiver* du Phylloxera, entre dans une phase décisive, celle des applications en grand, qui vont commencer. Le bon marché du traitement le rend applicable à des vignobles dont le revenu est trop faible pour payer aucun autre des traitements connus, et ces vignobles comptent pour plus des trois quarts dans la superficie totale. A raison de ces circonstances, je crois utile, même après la réponse de M. Balbiani [1] à M. Boiteau, de soumettre à l'Académie quelques considérations nouvelles.

» Après avoir annoncé qu'à la fin de la quatrième année d'élevage de Phylloxeras dans des tubes il a obtenu la quinzième génération, sans l'intervention des sexués, c'est-à-dire de l'*œuf d'hiver*, M. Boiteau écrit :

« Cette reproduction par les agames est déjà bien longue, et nous ne voyons pas trop, dans les conditions où nous nous trouvons, ce que pourra nous donner la destruction de l'œuf d'hiver situé sur les parties aériennes des ceps. *Je ne viens décourager aucune tentative* (c'est moi qui souligne), car tous les moyens rationnels doivent être employés; seulement il me semble que les essais qui seront faits dans ce sens ne seront nullement concluants, et cela parce que les opérations, pour être efficaces, devraient être faites sur des surfaces considérables, qu'on n'arrivera pas à traiter [2]. »

» D'abord, la conclusion de l'auteur n'est pas exacte : l'étendue des surfaces partielles qu'on traitera est indifférente, attendu qu'avec ce traite-

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 19 janvier 1885, p. 159.
(2) *Ibid.*, séance du 5 janvier 1885, p. 31, en bas.

ment, et c'est même le seul dont on puisse le dire, on n'a nullement à s'inquiéter de ce que feront ou ne feront pas les voisins. Les *œufs d'hiver*, en effet, pondus en été et en automne, et provenant soit des essaims sortis de la vigne traitée, soit des essaims venus des vignes voisines, sont destinés à n'éclore que le printemps suivant, et seront détruits, les uns et les autres, en même temps, par le traitement d'hiver. Quant au danger que peuvent offrir les aptères transportés par le vent, nous savons depuis longtemps que c'est un élément négligeable dans la question ([1]), et M. Balbiani en a apporté ici-même une preuve décisive ([2]).

» Les surfaces qu'on se propose de traiter en 1885 sont d'ailleurs plus considérables que ne le suppose M. Boiteau : plus de 600 hectares, déjà inscrits, seront badigeonnés cet hiver, sous le contrôle et avec une subvention de l'Administration, et nombre de propriétaires, à ma connaissance, se préparent à traiter leurs vignes sans subvention aucune.

» Mais c'est l'expérience même de M. Boiteau que je crois pouvoir récuser absolument, et cela pour de nombreuses raisons, que j'ai développées ailleurs ([3]), et qui se peuvent ranger dans deux groupes : les unes dépendent de cette considération, que, en tubes, le Phylloxera est placé dans des conditions trop différentes de celles qu'il rencontre sur la vigne vivante; les autres tiennent aux difficultés intrinsèques de l'expérience, supposée bien conduite. Des élevages en tubes ne nous apprendront jamais rien, je le crois, ni sur la durée de la reproduction agame, ni sur les lois qui gouvernent les transformations de l'insecte.

» La place me manque pour reproduire, même par extraits, cette discussion; mais je veux apporter une preuve de la sincérité de mon opinion. La première année de ses élevages, commencés en partant de l'insecte né de l'*œuf d'hiver*, M. Boiteau n'a pas vu d'ailés dans ses tubes; mais il en a trouvé un grand nombre la *seconde* année, et il écrit aujourd'hui :

« Pendant cette année (la quatrième), de même que pendant la précédente, il ne s'est développé aucune nymphe, et, par suite, je n'ai eu aucun ailé. *Il semblerait que l'apparition de cette forme dans la vie de l'insecte fût limitée à la dernière année de génération.* »

([1]) *Sur les causes de la réinvasion des vignobles phylloxérés* (*Comptes rendus*, séances du 8 septembre et du 17 novembre 1879, et *Quatre ans de luttes*, etc., p. 510). — *Le Phylloxera ailé au Congrès de Turin* (*Journal d'Agriculture pratique* du 11 décembre 1884, p. 842).

([2]) *Comptes rendus*, séance du 20 octobre 1884, p. 635, en bas.

([3]) *Discussion d'une expérience relative au Phylloxera* (*Revue scientifique* du 23 avril 1881, et *Quatre ans de luttes*, etc., p. 220).

» Or il y a longtemps déjà, et M. Boiteau ne peut pas l'ignorer, que j'ai annoncé comme très probable cette apparition *bisannuelle* des essaims ([1]) (j'entends leur apparition dans la *seconde* année du cycle seulement), en me fondant sur des déductions tirées de faits généraux, observés dans le vignoble par de nombreux observateurs. Je verrais, avec une satisfaction que je n'ai pas à dissimuler, cette loi confirmée par une expérience directe; et pourtant, pas plus cette année que les années précédentes, je n'ai invoqué les observations de M. Boiteau, tant je suis convaincu qu'elles ne peuvent pas faire avancer la question. Et j'ai bien fait : en 1884, M. Balbiani a obtenu des ailés dans des tubes d'élevage (observation inédite), dans l'année qui a vu éclore l'*œuf d'hiver* d'où sont issus ses élèves, et d'assez bonne heure. Ces résultats opposés montrent bien l'incertitude de ce mode d'expérimentation.

» De plus, il semble que l'habile observateur n'a pas visé à une grande précision, puisqu'on lit dans sa lettre des phrases comme celle-ci :

« Après trois années, j'avais constaté que leur multiplication (des Phylloxeras en tube) se faisait toujours dans de bonnes conditions et par un assez grand nombre d'œufs. »

» Par quel nombre d'œufs? C'est le point capital ([2]), et si l'auteur ne le dit pas, c'est que certainement il l'ignore.

» C'est sans preuve, à mon avis, qu'on considérerait la durée de la vie agame d'insectes se reproduisant en tubes comme un *minimum*. Est-ce, en effet, du nombre des *années* qui séparent un Phylloxera de l'ailé son aïeul? est-ce du nombre des *générations*, ce qui est très différent ([3]), qui l'en séparent, que dépend le degré de la dégénérescence? Personne ne le sait. Ce que nous savons, c'est que, en tubes, les générations se succèdent beaucoup plus lentement qu'en pleine vigne. Il est donc fort possible, si c'est le nombre des générations seulement qui compte, que la reproduction parthénogénésique se prolonge plus longtemps dans les tubes de M. Boiteau, où les générations, se succédant à plus grands intervalles, pourraient à elles toutes, fussent-elles en nombre moindre, occuper dans le temps un espace plus considérable, même si la durée de chacune était abrégée.

» Il faut remarquer maintenant que, ce qui nous intéresse pour la dé-

---

([1]) *L'essaimage du Phylloxera en* 1880 (*Comptes rendus,* séance du 6 décembre 1880) et *Quatre ans de luttes,* etc., p. 255; et encore note 2 au bas de la p. 231.

([2]) *Revue scientifique* (*loc. cit.*).

([3]) *Revue scientifique* (*loc. cit.*).

fense de nos vignes, ce n'est pas tant de savoir si nous éteindrons l'insecte en détruisant l'*œuf d'hiver*; aucun de nous n'y compte, cette extinction fût-elle la conséquence obligée d'une reproduction purement agame. Aucun de nous n'espère, en effet, détruire chaque année *tous les œufs d'hiver* jusqu'au dernier, parce qu'il y faudrait un traitement parfait, exécuté en perfection, et que, si l'on rencontre parfois la perfection dans le laboratoire, elle n'existe pas en viticulture. Ce qui nous intéresse, c'est de savoir si le nombre des insectes deviendra assez petit pour que la vigne puisse les nourrir sans en être épuisée. Nous le saurons après l'expérience en grand qui est en préparation dans nos vignobles. »

M. A. **Arnaudeau** adresse la description et le dessin d'un nouveau télémètre.

(Renvoi à la Commission du concours Lalande.)

M. P. **Garrigou-Lagrange** adresse, pour le concours du prix J. Ponti, une Note, accompagnée d'un plan, sur l'Observatoire physique et météorologique de Limoges.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *E.-H. Von Baumhauer*, Secrétaire perpétuel de la Société hollandaise des Sciences à Harlem.

M. J. **Prestwich**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse, d'Oxford, ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Représentation plane relative aux déplacements d'une figure de forme invariable assujettie à quatre conditions.* Note de M. A. **Mannheim**.

« Je viens d'avoir connaissance d'un intéressant travail que M. le professeur Robert S. Ball a présenté à l'Académie Royale d'Irlande [1] sous le

[1] Séance du 9 avril 1883.

titre : *On a plane Representation of certain dynamical Problems in the Theory of a rigid Body*. Je me propose de faire voir que cette représentation est une conséquence de la représentation d'un pinceau de droites dont j'ai eu l'honneur d'entretenir plusieurs fois l'Académie ([1]).

» Je vais d'abord montrer la liaison qui existe entre un pinceau de droites et la surface que M. le professeur A. Cayley a nommée *cylindroïde*.

» Soient a, b, e trois points d'une droite mobile D. Ces points étant assujettis à rester sur les surfaces données $[a]$, $[b]$, $[e]$, la droite D peut se déplacer d'une infinité de manières autour d'une de ses positions. Ces déplacements étant infiniment petits, elle engendre ainsi un pinceau [D] et ses points se déplacent sur leurs surfaces trajectoires.

» Menons respectivement des points a, b, e les normales aux surfaces trajectoires de ces points. Ces trois normales déterminent un hyperboloïde (H) dont les génératrices du même système que D sont les axes instantanés au moyen desquels on obtient tous les déplacements de D.

» Soit Δ l'un de ces axes. Le pied c de la perpendiculaire X commune à D et Δ est sur D le point central relatif à l'élément engendré par D qui tourne autour de Δ. Cette perpendiculaire X est la normale en c à cet élément.

» A chacun des déplacements de D autour de sa position correspond ainsi une droite X.

» *Quel est le lieu de ces droites?*

» Pour répondre à cette question, il suffit de chercher le lieu des perpendiculaires communes à D et aux génératrices de (H) du même système que D.

» D'un point d de D menons un plan (P) perpendiculairement à cette droite. Les génératrices du même système que D se projettent sur ce plan suivant des droites qui passent par un même point i, projection de la génératrice I, parallèle à D. Les projections sur (P) des droites X sont les perpendiculaires abaissées de d sur les droites issues de i. Les pieds de ces perpendiculaires sont sur la circonférence décrite sur id comme diamètre.

» Le cylindre, qui a pour base cette circonférence et dont les génératrices sont perpendiculaires à (P), contient D et I; il coupe alors (H) suivant une conique. Cette conique est le lieu des points de rencontre des droites X avec (H). On peut dire alors :

» *Le lieu des droites* X *est le conoïde droit qui a pour plan directeur* (P) *et*

([1]) Voir *Comptes rendus*, séances des 16 mai 1870, 9 et 16 juin 1879.

pour directrices D *et une conique. Cette conique rencontre* D, *et sa projection sur* (P) *est une circonférence de cercle.*

» Ce conoïde, que Plücker a fait connaître dans sa théorie des complexes linéaires (1), n'est autre que le cylindroïde. De ce qui précède, il résulte que :

» *Si, des points centraux des surfaces élémentaires d'un pinceau, on élève des normales à ces surfaces, ces droites sont les génératrices d'un conoïde de Plücker.*

» Telle est la liaison que je m'étais proposé de montrer entre un pinceau de droites et le cylindroïde ou conoïde de Plücker.

» Prenons maintenant une figure de forme invariable dont les déplacements sont assujettis à quatre conditions. On sait que, à partir d'une des positions de cette figure, on peut la déplacer d'une infinité de manières et que le lieu des axes de ces déplacements est un conoïde de Plücker (2).

» Supposons que ce conoïde soit celui dont nous venons de parler, et employons les mêmes notations. Les droites X sont maintenant les axes de tous les déplacements qu'on peut imprimer à la figure mobile, et la droite D entraînée engendre le pinceau [D].

» Pour un déplacement infiniment petit de la figure mobile, D engendre un élément de surface de vis, et l'on sait que le paramètre de distribution des plans tangents à cette surface est égal au *pas réduit* des hélices décrites pendant ce déplacement (3). On voit ainsi que, non seulement le pinceau [D] permet d'avoir les axes des déplacements de la figure, mais qu'il donne aussi les pas réduits des hélices relatifs à ces déplacements.

» Il suffit alors, d'après cela, de représenter le pinceau [D]. On y arrive en appliquant les théorèmes suivants :

» *Si dans un plan passant par un rayon d'un pinceau on porte, sur des perpendiculaires à ce rayon élevées des points centraux des surfaces élémentaires et, à partir de ces points, des longueurs égales aux paramètres de distribution des plans tangents à ces surfaces, les extrémités des longueurs ainsi portées sont sur une circonférence* C *qui passe par les foyers du rayon* (4).

» *D'un point de la circonférence* C, *on voit l'arc compris entre deux de ces points sous un angle qui est égal à l'angle que font entre eux les plans centraux*

---

(1) *Neue Geometrie des Raumes*, p. 97.

(2) *Voir* dans les *Comptes rendus* ma Communication du 6 novembre 1871.

(3) *Voir* mon *Cours de Géométrie descriptive*, p. 357.

(4) *Voir* mon *Mémoire sur les pinceaux de droites* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 2e série, t. XVII; 1872).

des surfaces élémentaires dont les points centraux sont les projections de ces deux points de C *sur le rayon* (¹).

» La circonférence C, qui représente le pinceau [D], représente aussi, d'après ce que nous avons dit précédemment, tout ce qui est relatif aux axes des déplacements de la figure mobile. On a ainsi, comme conséquence, la représentation donnée par M. Robert-S. Ball.

» La circonférence représentative d'un pinceau, telle que je l'avais donnée, permettait d'obtenir facilement des propriétés des pinceaux (²). On peut ajouter maintenant avec M. Robert S. Ball qu'elle donne aussi des propriétés relatives aux axes des déplacements d'une figure assujettie à quatre conditions. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un actinomètre au sélénium.* Note de M. H. Morize.

« Rio-Janeiro, le 4 août 1884.

» Cet instrument a pour but de mesurer l'intensité relative des rayons lumineux solaires aux différentes hauteurs sur l'horizon.

» L'actinomètre au sélénium se compose d'un cylindre de sélénium préparé suivant le système employé par M. G. Bell : 38 disques de cuivre sont isolés les uns des autres par d'autres disques de mica. Ces derniers étant d'un moindre rayon, la rainure qu'ils laissent entre deux cuivres est remplie de sélénium, par le frottement d'un bâton de ce métalloïde. Ce cylindre convenablement chauffé, le sélénium prend un aspect grisâtre, et il est prêt à fonctionner. On relie, par des conducteurs, d'un côté les cuivres d'ordre pair, de l'autre ceux d'ordre impair. Par cette disposition, non seulement la résistance du sélénium est amoindrie, mais on peut encore accroître la sensibilité de l'appareil en augmentant le nombre des disques et celui des tranches de sélénium, tout en diminuant la résistance de ces dernières.

» Le cylindre de sélénium est isolé, par des supports en verre, dans l'intérieur d'un manchon de cristal vide d'air, pour le préserver de l'influence perturbatrice de la chaleur obscure.

» Le tout est placé sur un support assez élevé pour éviter les effets de la lumière réfléchie par les objets voisins. Dans le placement du manchon, on prend soin de le mettre de façon à rendre son axe parallèle à l'axe du

---

(¹) *Voir* mon *Mémoire sur les pinceaux de droites*, où j'ai démontré cette propriété pour un pinceau de normales, mais la démonstration est la même pour un autre pinceau.

(²) *Loc. cit.*

monde; de cette manière, à quelque heure de la journée que ce soit, les rayons lumineux tombent à peu près normalement sur le sélénium et en éclairent toujours la même portion. Par un léger mouvement dans le plan du méridien, on pourrait même amener chaque jour le cylindre dans une position telle, que les rayons lumineux lui fussent absolument normaux.

» Si maintenant nous faisons passer un courant constant par cet appareil et un galvanomètre, ce dernier indiquera, par ses différentes déviations, toutes les variations de l'éclairage du sélénium.

» Pour pouvoir comparer ces variations, il faut d'abord adopter une échelle : si nous supposons le sélénium dans l'obscurité complète, sa résistance sera la plus grande possible, et la déviation du galvanomètre, la moindre possible; à cette déviation, nous marquerons zéro ou obscurité absolue. Le plus grand effet que puisse produire la lumière serait d'annuler la résistance du sélénium; en retirant donc ce dernier du circuit, on obtiendra une déviation plus grande à laquelle on marquera 100, ou lumière maximum. Divisant l'intervalle ainsi obtenu en 100 parties égales, on aura des degrés actinométriques toujours comparables.

» Dans la pratique, la pile à employer serait la pile Clamond. Pendant la détermination du point 100 et du zéro, la partie extérieure de la pile serait maintenue à zéro degré; en répétant l'opération à différentes températures extérieures, on construirait une table pour ramener le degré actinométrique, obtenu à une température quelconque, à ce qu'il devrait être si la partie externe de la pile était à zéro. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle préparation du trifluorure de phosphore et sur l'analyse de ce gaz.* Note de M. H. **Moissan**, présentée par M. Debray.

« Dans une Note précédente, j'ai décrit les principales propriétés d'un nouveau gaz, le trifluorure de phosphore, qui avait été préparé en chauffant au rouge sombre un mélange de fluorure de plomb et de phosphure de cuivre.

» A la suite de cette publication, M. Demarçay m'indiqua une expérience qu'il avait faite anciennement. Ayant fait réagir le trifluorure d'arsenic d'abord sur le trichlorure de phosphore, et ensuite sur le pentachlorure, M. Demarçay avait obtenu deux gaz différents dont il n'avait pas poursuivi l'étude, étant occupé par d'autres recherches.

» J'ai repris cette expérience et j'ai fait tomber goutte à goutte du fluo-

rure d'arsenic dans un petit ballon renfermant du trichlorure de phosphore, en ayant bien soin d'éviter toute trace d'humidité. Le mélange s'échauffe et il se dégage aussitôt un gaz qui traversait d'abord un long tube maintenu à — 15°, puis qui était recueilli sur le mercure.

» Ce gaz, qui renfermait une petite quantité de vapeurs de chlorure de phosphore et de fluorure d'arsenic, attaquait le mercure. Pour le purifier, je l'ai maintenu en présence de quelques centimètres cubes d'eau, qui détruisirent aussitôt ces deux corps et n'agirent que lentement sur le trifluorure de phosphore. Le gaz a été placé ensuite dans une éprouvette renfermant de l'acide sulfurique; enfin il a été séparé de ce dernier corps et, dans ces conditions, il ne fumait plus à l'air et présentait tous les caractères du trifluorure de phosphore. Il n'était que très lentement absorbé par l'eau, tandis qu'une solution de potasse, d'acide chromique ou de permanganate de potasse le décomposait immédiatement. Il ne brûlait pas, mais, additionné d'oxygène, il détonait sous l'action de l'étincelle d'induction, et, chauffé en présence du silicium, il fournissait du phosphore et du fluorure de silicium. Enfin le dosage du phosphore, dans ce composé, conduit à la formule $PhFl^3$.

» J'indiquerai à ce propos comment je suis arrivé à déterminer la quantité de phosphore contenue dans le trifluorure, cette analyse présentant certaines difficultés qui, au début de ces recherches, m'ont arrêté pendant plusieurs mois. J'avais commencé par faire absorber le gaz dans une solution de potasse, puis cette solution était acidifiée par l'acide azotique, maintenue quelques heures à l'ébullition, évaporée à sec, reprise par l'acide chlorhydrique étendu, additionnée de chlorure de magnésium, d'acide citrique et d'ammoniaque. Du pyrophosphate de magnésie obtenu on déterminait la quantité de phosphore. Ce procédé, que j'ai varié de bien des façons, ne m'a jamais fourni de bons résultats. C'est inutilement que j'ai essayé de reprendre le résidu sec, provenant de l'absorption du gaz par la potasse, par du nitrate de potasse fondu, en terminant l'analyse comme précédemment. Je n'ai pas réussi davantage en maintenant à l'ébullition pendant plusieurs heures la solution additionnée d'alcali.

» Je dois cependant faire remarquer que certaines de ces analyses m'ont fourni des chiffres de phosphore correspondant à la formule $PhFl^3$. Ces chiffres étaient un maximum qui n'a jamais été dépassé, mais la plupart du temps on trouvait un rendement beaucoup moindre.

» Les recherches thermiques que M. Berthelot [1] a bien voulu entre-

---

(1) Berthelot, *Recherches thermochimiques sur le fluorure phosphoreux*, t. C, p. 81.

prendre sur ce sujet sont venues démontrer, du reste, que la décomposition du trifluorure de phosphore en présence d'une solution alcaline n'était pas aussi simple que celle du trichlorure de phosphore. Ce savant estime qu'il se forme tout d'abord un acide fluophosphoreux ou fluoxyphosphoreux assez stable pour ne pas se détruire à l'ébullition. Ce fait rendrait compte de la difficulté que nous avons rencontrée dans ces analyses. Il nous est arrivé de faire absorber 200^{cc} de gaz fluorure phosphoreux par la potasse, de faire bouillir ensuite avec de l'acide azotique étendu et de ne pas recueillir à l'analyse trace de phosphate ammoniaco-magnésien. Cette quantité de gaz renferme cependant près de 0^{gr},3 de phosphore.

» Il était donc impossible de s'arrêter à une méthode analytique dont la marche était aussi incertaine. J'ai pensé à transformer tout d'abord le fluor en fluorure de silicium, espérant que les acides silicique et hydrofluosilicique qui proviennent du dédoublement de ce composé en présence de l'eau n'empêcheraient pas la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien.

» Pour cela, un volume de gaz desséché au préalable par de la potasse fondue est mesuré sur la cuve à mercure, puis introduit dans une cloche courbe et chauffé au rouge sombre pendant une heure. Le phosphore se dépose sur les parois de la cloche et il ne reste que du fluorure de silicium. Je me suis assuré que la décomposition était complète et je rappellerai que du volume de fluorure de silicium formé il est facile de déterminer la quantité de fluor contenue dans le trifluorure de phosphore. On laisse ensuite rentrer l'air avec précaution dans la cloche courbe, lorsqu'elle est bien refroidie, et l'on dissout le phosphore au moyen d'acide azotique pur. On maintient cet acide à une douce ébullition pendant environ trente minutes dans la cloche courbe retournée, on évapore à sec pour rendre la silice insoluble, puis l'on procède au dosage de l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Les volumes gazeux sont ramenés à 0° et à 760^{mm} et du poids de pyrophosphate de magnésie on déduit la quantité de phosphore. Voici les chiffres obtenus par ce procédé :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Calculé.
Phosphore pour 100^{cc} de gaz	0,152	0,137	0,146	0,143	0,145	0,147	0,143072

» Le gaz qui a été employé dans les quatre premières analyses avait été préparé par l'action du phosphure de cuivre sur le fluorure de plomb

absolument exempt de silice. On avait eu soin de faire passer ce gaz bulle à bulle dans un flacon laveur contenant de l'eau, afin de le débarrasser complètement des traces de pentafluorure qu'il pouvait renfermer. Il avait été desséché ensuite par de l'acide sulfurique et finalement par de la potasse fondue.

» Le gaz sur lequel ont porté les analyses 5 et 6 a été obtenu en faisant réagir le fluorure d'arsenic sur le trichlorure de phosphore, ainsi que je l'expliquais au début de cette Note. Je ne puis du reste entrer ici dans tous les détails de ces analyses, qui seront relatées avec soin dans le Mémoire que je publierai sur ce sujet. »

CHIMIE. — *Sur les ferrocyanures verts ou glaucoferrocyanures.* Note de MM. A. Étard et G. Bémont, présentée par M. Cahours.

« A diverses reprises, on a signalé des matières colorées en vert se formant dans certaines préparations ferrocyaniques; mais aucune de ces substances n'a été définie par des analyses complètes.

» Les sels du type $Fe(CAz)^6\overset{\prime}{R}^4, 2AzH^4Cl$, précédemment décrits, chauffés pendant plusieurs jours à 100°, en remplaçant l'eau évaporée, subissent une décomposition lente, donnant naissance à CAzH, MCl, CAz^2H^4 et à des sels cristallins ou cristallisés, verts, insolubles dans tous les réactifs, constituant parmi les substances ferrocyanées un groupe nouveau et bien caractérisé de sels complexes que nous désignerons sous le nom de *glaucoferrocyanures*.

» En évaporant dans une capsule au bain-marie, pendant vingt jours, une solution de parties égales de sel ammoniac et de ferrocyanure de potassium, il se dépose une poudre verte qui, complètement lavée à l'eau et séchée ensuite sur l'acide phosphorique anhydre, donne pour toutes les préparations les résultats analytiques suivants :

	Trouvé.				Calculé.
C	23,2	23,0	22,7	23,4	23,0
H	2,5	2,3	2,2	2,6	2,3
Az	34,0	33,7	34,1	»	33,5
Fe	32,0	32,3	32,5	32,5	32,2
K	7,7	7,9	»	»	7,5

» La formule $C^{20}Az^{25}H^{24}\overset{\prime\prime}{Fe}^6K^2O$ représente ces nombres, mais elle res-

terait très incertaine en raison de sa complication, si l'on ne pouvait la vérifier par des dédoublements.

» Nous avons mentionné précédemment la transformation en sel de Williamson, $Fe(CAz)^6\overset{''}{Fe}K^2$, que subit du ferrocyanure de potassium en tombant dans du sel ammoniac bouillant. Le nouveau sel n'est autre que le sel de Williamson modifié par le milieu. En effet, le glaucoferrocyanure ci-dessus, traité par la potasse bouillante, laisse précipiter à l'état d'oxyde, 15,8 à 16,2 pour 100 de fer, soit $\frac{1}{2}$ du fer total; tout le reste du fer passe à l'état de ferrocyanure de potassium.

» Cette réaction est bien celle du radical $[Fe(CAz)^6\overset{''}{Fe}]''$ de Williamson, et le glaucosel renferme trois de ces groupes ou $C^{18}Az^{18}Fe^6$. Dans cette même réaction il se dégage 6,5-6,7 pour 100 d'azote à l'état d'ammoniaque. Cela correspond à $5AzH^4$. Enfin on peut doser 1,7 pour 100 d'eau dans le sel séché sur P^2O^5. On aura donc

$$(15)\quad C^{20}Az^{25}H^{24}Fe^6K^2O = 3[Fe(CAz)^6\overset{''}{Fe}]K^2(AzH^4)^5(CAz^4H)^2, H^2O,$$

pour la représentation des groupes contenus, abstraction faite de la façon dont ils sont liés.

» Chauffé à 440° dans le vide, le glaucosel ci-dessus perd 25,2 pour 100 de son poids (théorie, 25,4) et laisse un résidu couleur chamois, oxydable à l'air, homogène et complètement insoluble. D'après la formule précédente et la perte de poids, ce sel doit se formuler de la manière suivante :

$$(16)\qquad Fe^6C^{14}Az^{14}K^2 = [Fe(CAz)^6\overset{''}{Fe^2}]^2, 2CAzK.$$

» Les produits formés corrélativement sont CAz^2H^4 cristallisé,

$$CAzH,\ H^2O\ \text{et}\ H.$$

» Pour vérifier encore la formule (15), il convient d'analyser le sel (16). Les résultats trouvés confirment la formule déduite

	C.	Az.	Fe.	K.
Trouvé............	22,4-22,1	25,7-25,5	42,6-42,8	10,5
Calculé...........	21,6	25,2	43,1	10,0

» Le pyrodérivé (16), traité par l'eau de brome en excès, donne un corps

bleu

(17) $[Fe(CAz)^6]^2Fe^2, 8H^2O$.

C.	20,4-20,7
Az	23,9-24,6
H	2,4- 2,7
Fe	33,1
H^2O	19,0-19,2

» Si, au lieu d'oxyder par l'eau de brome, on laisse simplement agir l'air humide, c'est ce même cyanure (17) qui se forme.

» Le glaucoferrocyanure (15), oxydé par l'eau bromée à froid, se transforme en un cyanure ressemblant au bleu de Turnbull

	C.	H.	Az.	Fe.	H^2O.
Trouvé	20,7	2,4	30,8	34,9	11,8
Calculé	20,9	2,2	31,1	35,5	11,4

» La formule correspondante est

$$C^{11}Az^{14}H^7Fe^4, 4H^2O.$$

» L'excès d'azote sur le carbone, indiqué par la formule, se retrouve dans plusieurs dérivés oxydés de cette série. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la vincétoxine*. Note de M. **Ch. Tanret**, présentée par M. Berthelot.

« 1. On avait déjà signalé, mais sans en donner d'explication satisfaisante, cette singulière propriété que possède la solution aqueuse d'extrait hydro-alcoolique de racine d'Asclépias, de se troubler par la chaleur, pour redevenir limpide en refroidissant. Comme je viens de le reconnaître, cette propriété est due à un nouveau glucoside que, du nom commun de l'Asclépias (*vincetoxicum*, dompte-venin), j'appellerai *vincétoxine*.

» 2. *Préparation*. — La poudre grossière d'Asclépias est mélangée à un léger lait de chaux, puis lixiviée à l'eau froide; on sature les liqueurs de chlorure de sodium, et le précipité qui se forme alors est recueilli, lavé à l'eau salée, séché et repris par le chloroforme. La solution chloroformique traitée par le noir est distillée; au résidu dissous dans son poids d'alcool, on ajoute de l'éther tant que la liqueur précipite, puis on agite le tout avec son demi-volume d'eau. Les deux couches de liquide étant séparées, l'inférieure

évaporée à siccité donne la *vincétoxine soluble dans l'eau*. Quant à la solution éthérée, on l'agite avec de l'eau légèrement alcaline qui en enlève un acide résineux, puis avec de l'acide sulfurique étendu qui s'empare d'un peu d'alcaloïde. Après une nouvelle neutralisation, on distille et l'on dessèche le résidu à 100°. Il constitue la *vincétoxine insoluble dans l'eau*.

» 3. *Composition*. — J'ai réuni sous le nom commun de *vincétoxine* le produit soluble et le principe insoluble, parce qu'ils me paraissent n'être que des modifications moléculaires d'un même corps. Ils possèdent même composition, même pouvoir rotatoire, mêmes réactions principales.

» La vincétoxine n'est pas azotée. La modification soluble m'a donné

	I.	II.	Calculé pour $C^{16}H^{12}O^6$
C........	61,04	62	61,54
H........	7,79	8	7,69

et la modification insoluble

C........ 61,61 H........ 8,50

» La formule $C^{16}H^{12}O^6$ a été établie d'après le glucose formé dans le dédoublement de la vincétoxine par les acides.

» 4. *Propriétés*. — La vincétoxine soluble se présente sous l'aspect d'une poudre légèrement jaunâtre; elle est incristallisable, très soluble dans l'eau, l'alcool et le chloroforme, mais insoluble dans l'éther; sa saveur est un peu sucrée et amère; ses solutions aqueuses se troublent par la chaleur et redeviennent limpides en refroidissant. Elle commence à se décomposer à 130°. Son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -50°$.

» La vincétoxine insoluble est également incristallisable. Elle est très soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme; quoique insoluble dans l'eau, elle s'y dissout cependant quand on y ajoute de la vincétoxine soluble, qui est son dissolvant naturel. Ainsi s'explique comment, dans les liqueurs aqueuses provenant du traitement de l'Asclépias, se trouve dissous ce corps qui, isolé, est insoluble dans l'eau pure. Cette solution se coagule à une température plus basse que celle de la vincétoxine soluble seule, à tel point que, si l'on emploie des proportions convenables des deux modifications, on peut obtenir une liqueur qui se prend en masse à 15°. La vincétoxine insoluble fond à 59°. Comme la modification soluble, elle a pour pouvoir rotatoire $\alpha_D = -50°$.

» 5. *Réactions*. — La vincétoxine est un glucoside. Le glucose qui provient

de son dédoublement par les acides est incristallisable, inactif et non fermentescible.

» Malgré sa grande solubilité dans l'eau et le chloroforme, la vincétoxine soluble est insoluble dans l'eau chloroformée, de sorte que l'addition de chloroforme à sa solution aqueuse la rend aussitôt laiteuse.

» La vincétoxine est précipitée par un grand nombre de sels, le chlorure de sodium notamment, quand on sursature sa solution aqueuse. C'est sur cette propriété que repose son mode de préparation.

» La manière dont elle se comporte en présence de l'iodure de mercure et de potassium et de l'iodure ioduré de potassium mérite d'être notée. On sait que ces deux réactifs sont le plus ordinairement employés dans la recherche des alcaloïdes, qu'ils précipitent aussi bien en présence des acides organiques que des acides minéraux. Or, bien que la vincétoxine ne soit pas un alcaloïde, ils la précipitent cependant, mais seulement en présence d'un acide minéral, ou de l'acide oxalique pour la vincétoxine insoluble; avec les autres acides organiques, la liqueur reste limpide.

» 6. La précipitation par le chlorure de sodium, l'insolubilité dans l'eau chloroformée, la réaction par l'iodure de mercure et potassium, ainsi que la formation, par dédoublement, d'un glucose inactif et incristallisable, me paraissent caractéristiques, à divers degrés, d'une nouvelle classe de corps dont la vincétoxine commencerait la liste. Outre les corps que le procédé de précipitation par le sel pourra faire découvrir, et les corps déjà connus que je n'ai pas eu le loisir d'examiner, on y peut faire rentrer dès maintenant la convallamarine, la digitaline soluble ou digitaléine, la cédrine, et peut-être même aussi la glycyrrhizine.

» En terminant, je ferai remarquer que la vincétoxine et la glycyrrhizine ($C^{48}H^{36}O^{18}$) ont la même composition centésimale. Quand j'aurai rappelé que M. Homolle a trouvé que la digitaline cristallisée contient $C = 62,08$ et $H = 8,23$, on verra, une fois de plus, quelle variété de propriétés une polymérisation différente peut donner à des corps de composition identique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la signification des expériences polarimétriques exécutées avec la dissolution du coton dans le réactif ammonicuprique; essais polarimétriques sur ce réactif.* Note de M. **A. Béchamp.**

« La dissolution du coton dans le réactif ammonicuprique imprime une certaine déviation au plan de polarisation, mesurée à l'aide du polarimètre à pénombre, la lumière étant celle de l'arc voltaïque. Toutefois, les effets

optiques produits sur la lumière polarisée par cette dissolution ne sont pas semblables à ceux des substances vraiment douées de pouvoir rotatoire, dissoutes dans des liquides optiquement inactifs ([1]). Le fait observé par M. Levallois m'a paru subordonné à deux hypothèses : la cause des phénomènes observés se trouve, ou dans le coton, ou dans le réactif ammonicuprique. Tenant pour exacts les résultats d'anciennes recherches, d'après lesquelles la cellulose serait inactive, j'ai cherché si le réactif ammonicuprique ne produirait pas quelque effet optique sur la lumière polarisée, dans les conditions mêmes des expériences de M. Levallois. D'après les faits que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, cet effet se produit vraiment, et c'est la seconde alternative qui fournit l'explication cherchée du phénomène.

» J'ai opéré sur le réactif ammonicuprique préparé par les deux procédés de M. Peligot ([2]). Pour les observations, le réactif était étendu d'ammoniaque et l'on prenait pour le zéro de la graduation de l'appareil le zéro déterminé dans la lumière du sodium. Voici les résultats trouvés :

» A. Réactif par cuivre, ammoniaque et air; il contient 1gr,85 de CuO pour 100cc.

» *a*. Longueur du tube : 0m,10. Moyenne de dix lectures comprises entre 1°,3 et 1°,7 : $r_b = 1°,53$ ↗.

» *b*. La solution a été *additionnée d'eau*, de façon qu'il y avait 0gr,56 de CuO dans 100cc. La déviation à droite devient incertaine; trouvé : 0°,55, 0°,05, 0°, 0°,05, 0°,15.

» A'. Le réactif d'une autre préparation, *étendu d'ammoniaque* de façon à contenir également 0gr,56 de CuO pour 100cc, a donné :

» *a*. Tube de 0m,05, moyenne de cinq lectures concordantes : $r_b = 1°,03$ ↗.

» *d*. Tube de 0m,10, moyenne de six lectures : $r_b = 1°,56$ ↖.

» *e*. La même solution étendue de son volume d'eau, tube de 0m,20, moyenne de huit lectures : $r_b = 0°,7$ ↖.

» A''. Le réactif d'une préparation récente, contenant 0gr,47 de CuO dans 100cc, a donné :

» *f*. Tube de 0m,05, moyenne de douze lectures : $r_b = 0°,74$ ↖.

» *g*. Tube de 0m,10, moyenne de huit lectures : $r_b = 1°,4$ ↖.

» B. Réactif ammonicuprique par dissolution dans l'ammoniaque de l'hydrate bleu de bioxyde de cuivre de M. Peligot, récent, contenant 0gr,62 de CuO dans 100cc.

» *a*. Tube de 0m,05 : déviation nulle ou extrêmement faible à gauche.

» *b*. Tube de 0m,10, moyenne de huit lectures : $r_b = 0°,6$ ↗.

» *c*. Une autre solution semblable, contenant 0gr,312 de CuO dans 100cc, a donné, dans le tube de 0m,10, une rotation extrêmement faible à gauche ou nulle.

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 117.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIII, p. 343.

» Pendant les observations, la température était de 10° à 12°.

» De ces résultats, on peut conclure que le réactif ammonicuprique agit vraiment sur la lumière polarisée, qu'il est doué d'activité optique, sans que l'on puisse dire pourquoi, en dehors de la difficulté de l'observation, la rotation s'exerce tantôt à droite, tantôt à gauche.

» Quoi qu'il en soit, dans toutes ces observations, de même que pour les dissolutions du coton dans le réactif, contrairement à ce qui a lieu ordinairement pour les solutions vraiment douées du pouvoir rotatoire, il est impossible de constater, en dépassant le point de l'extinction, l'illumination du demi-disque opposé : si l'on dépassait ce point, il arrivait que les deux demi-disques étaient également illuminés ou également sombres. Bref, le réactif ne se comporte, dans ces conditions, ni comme s'il était doué du pouvoir rotatoire ordinaire, ni comme s'il était inactif.

» Les particularités signalées, je n'ai pas cherché à les expliquer; elles me paraissent être dépendantes d'un nouvel ordre de phénomènes, dont l'étude appartient spécialement au physicien.

» Il n'en reste pas moins que le réactif ammonicuprique, préparé par les deux procédés de M. Peligot, agit par rotation sur la lumière polarisée, mais d'une façon particulière, sans qu'il m'ait été possible de saisir une relation quelconque entre la proportion de l'oxyde de cuivre et la nullité, l'intensité ou le sens de la rotation. Le phénomène serait-il lié à l'état colloïdal, signalé par M. Grimaux [1], de l'oxyde ammonicuprique du réactif? Dans ce cas, l'exemple pourrait n'être pas isolé : M. J. Béchamp s'occupe de la solution de cette question.

» Cela posé, il convient, maintenant, de remarquer que M. Levallois avait déjà noté que « la rotation (des solutions ammonicupriques de coton) » n'était proportionnelle à la concentration que dans certaines limites [2] ». Tandis qu'une liqueur contenant 1^{gr} de coton dans 100^{cc} donnait 20° de rotation dans le tube de 20^{cm}, une autre contenant $1^{gr},5$ sous le même volume ne donnait que 24°, 5; or, ayant étendu cette seconde solution avec le réactif de Schweizer, M. Levallois répète qu'il « a trouvé des dé» viations qui ne sont pas absolument proportionnelles à la concentra» tion [3] », c'est-à-dire à la quantité pondérale de coton. Enfin l'auteur a fait observer encore que, « pour une même teneur en cellulose, des

(1) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1434.

(2) *Ibid.*, p. 46.

(3) *Ibid.*, p. 733.

» liqueurs de plus en plus riches en oxyde de cuivre accusent des dévia-
» tions croissantes ([1]) ». L'explication de ces particularités, jusqu'ici sans analogues, devient très simple quand on considère celles que je viens de rapporter. Sans doute, on ne connaît pas d'autres solutions de substances minérales optiquement actives; mais, pour être exceptionnel, le fait ne paraît pas moins certain : le réactif ammonicuprique est doué d'une certaine activité rotatoire.

» Les observations de M. Levallois ne sont expliquées que si le réactif est doué de propriétés optiques rotatoires, puisque, selon moi, le coton est inactif. Le coton exalterait la propriété rotatoire de la substance qui en est douée dans le réactif, en décidant dans tous les cas la rotation vers la gauche, ou en changeant en même temps le mode de dispersion. Le phénomène serait du même ordre que celui du fait classique observé par Biot, où l'acide borique, ajouté à une solution d'acide tartrique, augmente la valeur du pouvoir rotatoire et change en même temps le mode de dispersion exceptionnel de cet acide, tandis que d'autres acides minéraux diminuent au contraire le pouvoir rotatoire.

» Bref, selon moi, les effets optiques produits sur la lumière polarisée, par la solution du coton dans le réactif ammonicuprique, sont dépendants des effets optiques produits par le dissolvant, mais modifiés par le coton comme d'autres propriétés rotatoires sont modifiées par des agents dépourvus des mêmes propriétés. Toutefois, cette conclusion ne pourra être regardée comme définitive que s'il est démontré que le coton, déjà moléculairement modifié, de la dissolution ammonicuprique, est bien vraiment absolument inactif. J'en fournirai la démonstration dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un cas particulier d'action catalytique.* Note de M. LORIN.

« 1. Dans une Note sur la préparation de l'acide formique cristallisable ([2]), j'ai indiqué que la simplicité des causes qui déterminent les réactions, dans ce cas d'éthérification, n'est qu'apparente, la production de l'acide formique continuant lorsque la glycérine est saturée (triformine) : c'était refuser aux formines le rôle principal dans ce genre de phénomènes.

([1]) *Ibid.*, p. 734.
([2]) *Comptes rendus*, juin 1881.

» Quelques mois plus tard, M. Van Romburgh publiait une Note sur la diformine glycérique, que j'avais forcément rencontrée pendant la saturation de la glycérine. Il était naturel d'admettre, pour cet éther, des propriétés analogues à celles qui ont conduit Henninger et M. Tollens à un mode de préparation de l'alcool allylique; aussi ne m'y suis-je pas arrêté.

» 2. Je crois devoir relever, dans cette Note, deux assertions. La première est le prétendu rôle que j'aurais fait jouer constamment à la monoformine, comme terme de saturation : assertion singulière, après la citation ci-dessus, et lorsqu'on sait que les deux formines du glycol résultent de l'action de l'acide oxalique ordinaire [1]. On ne peut objecter que la diformine glycérique est due, dans mes expériences, à de l'acide oxalique sec et non à de l'acide ordinaire, puisque ce dernier commence par se déshydrater, fait que j'ai indiqué [2] et qui avait échappé à M. Van Romburgh, aussi bien que les conditions dans lesquelles se produit la diformine, en employant l'acide ordinaire.

» La deuxième assertion consiste en ce que ce n'est pas la monoformine, mais la diformine, qui explique la formation de l'acide formique. Je répète que l'existence des trois formines de la glycérine, par l'acide oxalique, était évidente. Cette influence de la diformine eût été plus insolite encore avec la mannite, qui donnera naissance à six formines.

» 3. Enfin, M. Van Romburgh termine ainsi : « Chauffée avec de » l'acide oxalique déshydraté, la diformine n'est pas changée en trifor- » mine; il se dégage de l'acide carbonique, et j'obtiens un rendement » d'acide formique correspondant à la quantité d'acide oxalique em- » ployé. » Quant à l'observation que la diformine n'est pas changée en triformine, on sait que la saturation de la glycérine, par l'acide formique naissant de l'acide oxalique, est toujours lente, progressive, et n'atteint à une triformine un peu incomplète qu'après l'action répétée de plusieurs équivalents d'acide oxalique.

» 4. J'ai repris ces expériences avec le plus grand soin, opérant au bain-marie et avec des quantités considérables sans isoler spécialement la diformine, et je suis arrivé aux mêmes résultats que ceux que j'avais constatés. Le titre de la diformine s'élève; de 62,16, il finit par atteindre 75. Le titre oscille ensuite autour de ce nombre, mais en restant toujours inférieur à 78,4, qui appartient à la triformine. Dans une opération, on a

---

(1) *Comptes rendus*, 1874.

(2) *Ibid.*, décembre 1881.

santé de 58,4 au titre 64,4, supérieur à celui de la diformine. On arrive aux mêmes conséquences, que l'on sature successivement la glycérine ou sa monoformine, et dans tous les cas, au delà de la diformine, le titre de l'acide formique éliminé augmente de plus en plus.

» La solution du problème de la décomposition de l'acide oxalique ne me paraît pas avoir été avancée par la Note de l'habile chimiste de Liége. Ainsi que je l'ai prouvé, le rôle de la diformine s'efface. »

GÉOLOGIE. — *Composition des cendres des Équisétacées; application à la formation houillère.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Les recherches systématiques de Géologie chimique que je poursuis m'amènent actuellement à essayer de résoudre un groupe de questions posées depuis longtemps et toujours restées sans réponse; ce sont, en particulier, les suivantes : 1° Pourquoi les houilles sont-elles toujours exceptionnellement imprégnées de principes sulfurés? 2° Pourquoi les cendres de houille ne renferment-elles pas d'alcalis libres carbonatés, comme les cendres des plantes de la période moderne?

» Appliquant à la solution de ces questions un procédé toujours le même, celui de l'analyse chimique, je me suis demandé si les quelques descendants des plantes de la période houillère, arrivés vivants jusqu'à notre époque, n'auraient pas conservé, malgré leur état de décrépitude, quelques restes de leurs aptitudes anciennes, et si, parmi ces aptitudes, ne figureraient pas celles qui permettraient de répondre aux questions posées plus haut.

» Comme une analyse ou même quelques analyses n'auraient rien prouvé, j'ai réuni, depuis bien des années, les matériaux de l'étude actuelle, en les empruntant aux terrains les plus divers, depuis les Vosges jusqu'au versant espagnol des Pyrénées, aux deux versants des Alpes, à la Corse, à la Toscane et au littoral de l'Algérie, depuis Bône jusqu'à Alger. Les matériaux que j'ai ainsi mis en œuvre sont répartis dans cinq grands groupes de plantes, et comprennent trois cent vingt échantillons. J'examine aujourd'hui le plus significatif au point de vue qui nous occupe, celui des *Équisétacées*.

» Les Équisétacées, réduites à un très petit nombre d'espèces, n'offrent plus comme individus qu'un faible développement; cependant j'en ai rapporté du *Frais Vallon*, au nord d'Alger, qui mesuraient encore $2^{m},50$.

» Les Équisétacées que j'ai étudiées, mises sèches dans une capsule en platine, ont été brûlées dans un fourneau à moufle spécial, chauffé au gaz,

et dont la température pouvait être parfaitement réglée; je n'ai pas dépassé le rouge sombre. Dans ces conditions, la combustion est très longue, et les cendres ne sont jamais blanches, mais ce n'est pas là un inconvénient pour les recherches que je poursuis. Les cendres ainsi obtenues ont été traitées par l'eau pure à l'ébullition. Le liquide filtré a laissé apparaître, en se refroidissant, une multitude de longues aiguilles, qu'un examen microscopique m'a immédiatement montrées être du sulfate de chaux, ce que j'ai ensuite vérifié par analyse. Il devenait, par cela seul, certain que ce liquide ne pouvait pas contenir d'alcalis carbonatés.

» J'ai examiné 168 échantillons de cendres d'Équisétacées: j'ai trouvé des différences considérables dans la composition de ces cendres, mais pour toutes un fait général s'est révélé: la présence constante du sulfate de chaux en excès, et, par suite, l'absence totale d'alcalis carbonatés.

» En écartant quelques cas extrêmes, correspondant à des conditions insuffisamment définies, voici la moyenne des déterminations que j'ai obtenues pour les 168 échantillons de cendres d'Équisétacées que j'ai examinées:

» 1° Pour 100 de plantes fraîches le poids de cendre a varié de $5^{gr},2$ à $8^{gr},3$.

» 2° 100^{gr} de cendre contenaient en particulier (moyenne de l'ensemble):

Sulfate de potasse	$12^{gr},00$
Sulfate de chaux	$14^{gr},30$

» Au point de vue des applications aux temps géologiques anciens, le résultat le plus important qui ressort de ces nombres est certainement celui de l'accumulation tout à fait exceptionnelle de l'acide sulfurique dans les Équisétacées. En effet, ce composé figure pour 13,91 pour 100 dans les Équisétacées, tandis que, en moyenne, il ne dépasse pas 1 pour 100 dans les cendres des plantes de la période moderne. Le nombre considérable d'échantillons d'Équisétacées que j'ai examinés, et l'immense surface sur laquelle je les ai recueillis, ne laissaient aucun doute sur la régularité du fait signalé: c'est bien là, si exceptionnelle qu'elle soit, une loi générale pour les Équisétacées. Toutefois, pour préciser la question autant qu'il était en moi, j'ai recueilli un grand nombre de plantes ordinaires, croissant dans les lieux où j'ai pris mes Équisétacées, souvent même entre leurs tiges. Les cendres de ces plantes se sont montrées composées comme celles de toutes les plantes ordinaires, c'est-à-dire riches en alcalis carbonatés et très pauvres en acide sulfurique. Il résulte, dès lors, de ce

qui précède, que les Équisétacées *ont besoin,* pour se développer, d'une quantité d'acide sulfurique qui peut s'élever jusqu'à 14 pour 100 du poids de la cendre, tandis que les cendres des plantes qui vivent dans le même sol renferment à peine 1 pour 100 d'acide sulfurique. Sans me préoccuper ici de la cause de cette aptitude si exceptionnelle, cause sur laquelle je reviendrai prochainement, il n'est pas douteux que les Équisétacées des anciens âges, et en particulier celles de la période houillère, alors surtout que ce grand groupe était à tout l'apogée de son développement, *devaient nécessairement* accumuler dans leurs tissus de grandes quantités d'acide sulfurique, lequel, pour une part notable, était, comme dans les Équisétacées de la période moderne, à l'état de sulfate de chaux.

» L'étude des autres groupes de plantes vivantes remontant jusqu'à la période houillère conduit à la même conclusion générale.

» De cette première partie de mes recherches, résultent les deux conclusions suivantes, répondant aux deux questions posées plus haut :

» 1° Les plantes de la période houillère arrivées vivantes jusqu'à nous, et en particulier celles qui constituent le groupe des Équisétacées, contiennent des proportions d'acide sulfurique hors de proportion avec ce qui a lieu, en moyenne, pour les plantes de l'époque actuelle. Dès lors, on a l'explication toute naturelle de l'origine des grandes quantités de soufre et de sulfate de chaux qui existent dans toutes les houilles. Ce soufre et ce sulfate de chaux sont des corps originaires, qui ont fait partie intégrante et nécessaire des plantes dont la décomposition a produit la houille.

» 2° L'absence d'alcalis carbonatés dans les cendres de houille est une conséquence naturelle et forcée du grand excès de sulfate de chaux toujours contenu dans ces cendres. »

ZOOLOGIE. — *Des derniers échouements de Cétacés sur la côte française.* Note de M. **Georges Pouchet**, présentée par M. Ch. Robin.

« Deux échouements récents de Cétacés, à Cavalaire et à Luc-sur-Mer, m'engagent à relever la liste de ceux qui se sont produits sur la côte de France, depuis la mort de mon prédécesseur au Muséum, le regretté P. Gervais, qui avait consacré une si grande attention à ces animaux, et réclamé le premier, par l'intermédiaire de M. Chevreul, alors Directeur du Muséum, l'aide de l'Administration de la Marine pour les étudier.

» 17 *juillet* 1879. — *Balænoptera musculus*, femelle, longue de $20^m,80$, échouée au large de l'île de Groix. Achetée par l'industrie ; le squelette existe toutefois au Musée de Bor-

deaux. Dans l'utérus, un fœtus long de $1^m,20$, traité aussi pour l'extraction de l'huile. Nous en possédons les débris.

» *Novembre* 1880. — Deux *Hyperoodon rostratus*, échoués au Grau-du-Roy (Gard), achetés par l'industrie. Le plus grand (adulte?) exploité. Le plus petit dépecé, rejeté à la mer. A notre demande, un peintre-vitrier du pays, M. Aliès, a bien voulu rechercher dans les sables et nous adresser le crâne à peu près entier, mesurant $0^m,85$, et quelques os.

» *Août* 1881. — *B. musculus*, femelle, longue de 14^m, trouvé flottant dans le Ras-de-Sein, acquis par la chaire d'Anatomie comparée.

» *Décembre* 1881. — *B. musculus*, longueur $15^m,20$, échoué sur la côte de Porge, au nord du bassin d'Arcachon, acquis par l'industrie, qui nous a recédé une partie des viscères les plus intéressants.

» *Septembre* 1882. — Souffleur indéterminé (Baleineau?), échoué à Camaret, acquis par l'industrie. Pas de renseignements.

» 25 *juin* 1884. — *Hyperoodon rostratus*, femelle, longueur $9^m,50$, échoué à Seignosse près du cap Breton, acquis par l'industrie, dépecé. Le squelette retrouvé sur le rivage a pu être transporté au Muséum, ainsi que le larynx, etc.

» 28 *novembre* 1884. — *B. musculus*, femelle jeune, longueur $5^m,30$, tuée d'un coup de fusil par le douanier Martin, à Cavalaire, près de Saint-Tropez. Dans ces conditions, le corps n'étant plus une épave qu'on doive vendre au bénéfice de la Caisse des Invalides de la Marine est obtenu moyennant indemnité. Les circonstances exceptionnellement favorables de cette prise nous permettent de prélever à la fois le squelette et tous les viscères en parfait état de conservation.

» 14 *janvier* 1885. — *B. musculus*, mâle, longueur $18^m,85$, échoué à Luc-sur-Mer, acquis par le musée de Caen.

» Comme on peut le voir, la collection d'Anatomie comparée confiée à nos soins a trouvé, dans ces divers échouements, l'occasion d'un accroissement notable de ses richesses, déjà considérables pour le groupe des Cétacés. On peut espérer qu'elles s'accroîtront encore. Après l'échouement de l'Hyperoodon à Cap Breton, une circulaire de M. le Ministre de la Marine recommandait aux commissaires de l'Inscription maritime d'aviser directement le Directeur du Muséum par le télégraphe, en même temps que l'Administration centrale, chaque fois qu'un grand Souffleur viendrait à la côte. Ajoutons qu'en toute circonstance, en face de difficultés souvent très grandes sur des plages désertes et de besognes nauséabondes, notre aide-naturaliste, M. Beauregard, que nous avons chargé le plus souvent de ces missions anatomiques, a toujours trouvé, près de MM. les commissaires de l'Inscription maritime, le concours le plus dévoué; en sorte que, sans que rien ait jamais été sacrifié des droits imprescriptibles et sacrés de la Caisse des Invalides de la Marine, les intérêts de la Science ont été partout sauvegardés. Disons encore que la petite compagnie de bateaux à vapeur

de Saint-Tropez a tenu à honneur de transporter gratis des colis destinés au Muséum d'Histoire naturelle.

» Pour bien apprécier le grand service qu'ont rendu aux sciences MM. les amiraux Cloué et Peyron, en particulier, par le système d'informations auquel ils ont mis la dernière main et dont le Muséum a si largement profité, il faut considérer que ces échouements de Cétacés sont à peu près les seuls contacts que nous ayons avec les grands Mammifères océaniques qu'on ne pêche pas spécialement. Si l'importance de ces informations avait besoin d'être démontrée, il suffirait de rappeler que le baleineau tué à Cavalaire le 28 novembre dernier était, dès le 15 décembre, l'objet d'une Communication de M. P. van Beneden à l'Académie royale de Belgique. L'illustre zoologiste, se basant uniquement sur la taille de l'animal (5^m,30) donnée par les journaux, et sur cette croyance (que nous avons trouvée en effet répandue chez les baleiniers norvégiens), que le baleineau, à la naissance, a le tiers de la longueur de la mère, en avait conclu que celui de Cavalaire, en raison de ses dimensions, ne pouvait appartenir qu'à la petite espèce *B. rostrata*.

» Or l'étude de ce baleineau, poursuivie en ce moment par M. Beauregard, conduit à des conclusions toutes différentes. Il a 62 vertèbres avec les os en V commençant entre la 37e et la 38e. Il a 14 paires costales, le sternum losangique (comme *B. musculus* de l'Adour, 1823); il a enfin ce caractère si singulier de la face plus pâle du côté droit. Tout cela l'éloigne nettement de *B. rostrata* (48 vertèbres, 11 paires costales, sternum en croix latine). On ne saurait y reconnaître davantage *B. borealis* (55 à 56 vertèbres, sternum prolongé en rostre). Ou bien sommes-nous en présence d'un de ces hybrides fréquents, dit-on, entre certaines espèces de *Balænoptera* du nord, ou en présence d'une race plus petite, inconnue, de *B. musculus?* Les deux hypothèses sont peu probables.

» Notre baleineau, long seulement de 5^m, 30, avait l'estomac vide, mais l'intestin rempli de la bouillie safranée ordinaire. Il errait seul. Enfin son ombilic a l'aspect qu'il conservera. L'animal avait donc dû vivre déjà un certain temps, peut-être avait-il passé la période d'allaitement; en tout cas, il avait certainement grandi et on peut estimer qu'il mesurait à sa naissance environ 5^m, ce qui supposerait une mère de 15^m seulement.

» Faut-il en conclure que la proportion ordinaire entre le petit et la mère ne s'applique pas à l'espèce *B. musculus* qui devrait mettre au monde, d'après le calcul des baleiniers, un jeune de 6^m ou 7^m? On a vu que la femelle pleine de l'île de Groix mesurait 20^m, 80.

» Faut-il, au contraire, admettre, ce qui paraît être le cas pour les Cachalots, que certaines femelles de Cétacés portent bien avant d'avoir atteint leur taille définitive, inférieure elle-même à celle du mâle; et que le petit, de son côté, en venant au monde, peut offrir de grandes différences, non pas comme chez certains Rongeurs, selon que la gestation s'est ou non prolongée, mais selon l'âge et la taille de la mère? Il est même possible que cette particularité physiologique, si elle existe en effet chez les Cétacés, ne soit pas spéciale à ces animaux. Mais on comprend qu'elle ait passé facilement inaperçue sur des espèces animales d'un petit volume; et, d'autre part, nous manquons encore des renseignements nécessaires pour affirmer qu'elle existe chez les Mammifères océaniques.

» En tous cas, les incertitudes que nous signalons aujourd'hui sur l'histoire du grand Cétacé le plus commun de nos côtes suffisent à bien marquer ce qu'ont à gagner l'Anatomie et la Physiologie à ce service d'informations dont il faut reporter tout l'honneur aux Ministres de la Marine qui l'ont organisé pour le plus grand avantage des Sciences et de nos collections nationales. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence des baisses barométriques brusques sur les tremblements de terre et les phénomènes éruptifs.* Note de M. F. LAUR. (Extrait.)

« L'influence des baisses barométriques brusques sur les dégagements de grisou est incontestable. Dans ce cas, les trois éléments essentiels de la question qui nous occupe sont en présence : 1° l'atmosphère; 2° le gaz interne (le grisou); 3° le vide terrestre (la mine). Lorsqu'il survient une baisse brusque du baromètre, les galeries peuvent être envahies en quelques heures par le gaz interne, le grisou, qui chasse tous les autres en suintant pour ainsi dire à travers la roche. Cette véritable éruption gazeuse se fait même parfois avec une violence telle, qu'on a vu récemment en Belgique des vides énormes se créer d'eux-mêmes, et le fond d'une galerie partir comme un canon chargé. C'est déjà un phénomène volcanique en petit, et très près de la *surface*.

» Une source thermale très gazeuse, trouvée à 502^{m} de profondeur au sondage de Montrond, devait nous fournir de nouveaux éléments d'étude. Il était difficile de comprendre, dans l'exemple précédent, pourquoi, la pression des gaz atmosphériques externes baissant par exemple de $0^{m},010$ de mercure, les gaz internes ne se dilataient pas d'une quantité exactement

proportionnelle à cette dépression, pour rester en équilibre de pression après la dilatation, c'est-à-dire pourquoi il ne se produisait pas un léger effet d'oscillation, comme dans un piston inégalement pressé sur ses deux faces, tandis qu'au contraire dans tous les phénomènes éruptifs on observe comme un *crescendo* de violence jusqu'à un maximum.

» La source thermale de Montrond nous a donné l'explication de ce dernier phénomène. Dans ce second cas, nous avions encore en présence les trois éléments de la question : 1° l'atmosphère; 2° le gaz interne (l'acide carbonique, mais dissous dans l'eau à la pression de 500^{m} d'eau, soit 50^{atm}); 3° enfin la terre et les vides où cheminent les sources. Or, étudions les effets d'une baisse barométrique brusque. Bien avant que cette baisse ait acquis toute son amplitude, la source se met à bouillonner; peu à peu, la production du gaz devient si considérable, qu'elle arrive à projeter en l'air une colonne d'eau de $0^{m},21$ de diamètre et 35^{m} à 40^{m} de hauteur, ce qui correspond à une pression minima de 4 atmosphères. Nous avons signalé à l'Académie ce fait, qu'il suffisait d'abaisser de quelques centimètres le niveau d'écoulement de la colonne d'eau, c'est-à-dire de produire une dépression de quelques centimètres d'eau, pour provoquer un écoulement plus vif et une éruption violente à 35^{m} de hauteur. Le phénomène s'est quelquefois reproduit jusqu'à vingt fois dans une journée.

» C'est ici le point capital de cette nouvelle théorie. Comment peut-il se faire qu'une pression interne de 4^{atm} soit provoquée par une petite baisse de 10^{mm} du baromètre ou de quelques centimètres d'eau? C'est là un phénomène de dissociation brusque des mélanges d'eau et de gaz ou de vapeurs, produit par un commencement d'agitation en un point quelconque, et se transmettant à toute la masse. Ce que nous avons constaté, c'est que, ce phénomène de dissociation une fois commencé, pour la cause souvent la plus petite et la plus fortuite même (un robinet inférieur ouvert par mégarde), *il ne dépendait plus d'aucune force humaine d'arrêter l'énorme jaillissement* [1]. Une rupture brusque d'équilibre, voilà donc ce qu'il faut éviter dans les mélanges gazeux terrestres.

» Toute la théorie des tremblements de terre et des éruptions est dans

---

[1] Le même phénomène ne se produit-il pas du reste dans une bouteille de champagne? On la débouche très doucement, de façon à ne pas provoquer d'agitation et de dissociation : quelques bulles de gaz seulement se dégagent, le liquide est à la pression atmosphérique. Qu'on rebouche la bouteille et qu'on l'agite un peu, la dissociation brusque a lieu, le bouchon saute et le liquide est expulsé à l'état d'émulsion.

ce mécanisme; car si maintenant nous n'envisageons plus une mine ou une source, mais bien la terre, l'échelle du phénomène va considérablement grandir. En effet, plus bas, ce n'est plus du gaz et de l'eau qui existent, mais de la vapeur d'eau imprégnant les roches, comblant les vides et les cavités, et cela à la pression minima des mers (4000^m à 8000^m d'eau, par exemple, soit 400^{atm} à 800^{atm}), c'est-à-dire que si un morceau de ces roches imbibées et chaudes pouvait être apporté subitement du fond à la surface de la terre, il éclaterait comme de la dynamite.

» On comprend maintenant que si, de proche en proche, dans les roches ou dans les vides terrestres, ou mieux encore par l'intermédiaire des mers (qui transmettent intégralement à l'écorce, jusque dans ses profondeurs, les pressions et les dépressions de la surface); si, disions-nous, une baisse barométrique brusque, quoique légère, se fait sentir dans ces milieux profonds, si une dissociation gazeuse vient à commencer, alors ce ne seront plus des pressions de quelques atmosphères, mais une accumulation progressive et formidable. Cette force progressive, passant par un maximum de violence, serait capable de soulever des continents (et surtout la mer, phénomène jusqu'alors inexpliqué), de faire trembler le sol et même de le perforer. Dans ce cas, si la contrée est volcanique, on verra une éruption se produire, avec émission d'immenses volumes de vapeur d'eau.

» Chose remarquable et nouvelle, croyons-nous, l'expulsion des laves ne serait due, comme dans la source de Montrond, qu'à l'augmentation énorme du volume des gaz et à leur expansion. C'est la vapeur d'eau qui pomperait, pour ainsi dire, les matières fluides, en leur faisant occuper un plus grand volume. De là, l'aspect bulleux et scorifié des laves.

» Voilà les phénomènes éruptifs, réputés phénomènes dus aux pressions du noyau central, dus au contraire à une action comme celle de l'injecteur Giffard ou Kœrting. Les volcans ne seraient que des Giffards gigantesques, fonctionnant très près de la surface, puisque c'est au contact de l'atmosphère seulement que le vide relatif existe, ainsi que l'espace libre nécessaire à l'expansion; c'est donc là que doivent se produire les phénomènes les plus violents de dilatation gazeuse, les projections, etc.

» On n'a jamais expliqué pourquoi les volcans sont intermittents; pourquoi, s'ils ont une cause permanente comme le feu central, ne sont-ils pas toujours en activité? La seule manière de réfuter cet argument est d'admettre qu'il y a équilibre des pressions internes et externes, en temps normal, et ce n'est que lorsque cet équilibre est rompu, même légèrement,

par une dépression brusque, qu'il y a tremblement de terre ou éruption [1]. Les phénomènes volcaniques ne seraient que des phénomènes relativement superficiels, dus à l'expansion des gaz internes, lorsqu'une rupture d'équilibre a lieu; ces phénomènes sont d'autant plus violents, qu'ils sont près de la surface libre et en relation avec des vides terrestres préexistants (rivages maritimes ou régions déjà volcaniques). »

La séance est levée à 3 heures et demie. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 février 1885.

1834-1884. *L'Université de Bruxelles. Notice historique faite à la demande du Conseil d'administration par* M. L. Vanderkindere. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1884; in-8°.

Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. Histoire naturelle des mollusques vivants et fossiles; par le Dr P. Fischer; fasc. VIII. Paris, F. Savy, 1885; in-8°.

Traité de la goutte de Sydenham, traduit et annoté par le Dr A. Tartenson. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. XIV. Neuchâtel, imp. de la Société typographique, 1884; in-8°.

Anatomie comparée. Ceinture scapulo-claviculaire dans la série des vertébrés; par M. A. Lavocat. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1884; br. in-8°.

Sur l'agrandissement apparent des constellations du Soleil et de la Lune à l'horizon; par M. P. Stroobant. Bruxelles, F. Hayez, 1885; br. in-8°.

Notice sur la roche de Fontenailles (falaises du Calvados); par G. Desclozières. Amiens, typogr. Delattre-Lenoël, 1879; in-8°.

Procès-verbal des opérations du travail de consolidation de la roche de

---

[1] C'est ce que nous avons vérifié en Espagne, où les mouvements du sol ont été précédés de la baisse barométrique brusque que nous avons signalée à l'avance à l'Académie, baisse qui a été constatée encore sur les lieux mêmes par M. Noguès.

Fontenailles, lu par M. G. DESCLOZIÈRES, *le* 27 *août* 1880. Bayeux, typogr. S.-A. Duvant, 1880; in-8°, avec deux photographies.

Annuario publicado pelo imperial Observatorio do Rio-de-Janeiro, 1885. Rio-de-Janeiro, 1884; in-8° relié.

Almanaque nautico para 1886. Barcelona, 1884; in-8°.

United States Commission of fish and fisheries. Part X. *Report of the commissioner for* 1882. Washington, 1884; in-8° relié.

Astronomical and meteorological observations made during the year 1880 *at the United States naval Observatory.* Washington, 1884; in-4°.

Mathematical and Physical papers; by Sir William THOMSON; vol. II. Cambridge, at the University press, 1884; in-8° relié.

ERRATA.

(Séance du 19 janvier 1885).

Page 182, ligne 32, *au lieu de* protoxyde, *lisez* peroxyde.
Page 183, ligne 1, *au lieu de* du gaz dans, *lisez* du gaz nitreux dans.

Nous publions ci-dessous le discours qui avait été préparé par M. l'amiral Pâris pour les obsèques de M. Dupuy de Lôme, le 4 février 1885, et qui n'a pu être prononcé :

« Messieurs,

» La perte que l'Académie vient de faire est encore plus sensible pour la Marine, à cause du rôle si important que jouent l'engin principal, le navire, et par conséquent celui qui construit cette sorte d'être gigantesque destiné à parcourir les mers et à se battre. Sa construction présente des difficultés qui l'ont arrêté pendant des siècles, et qui semblaient surmontées par la perfection que nous lui avons connue. Aussi a-t-il fallu des inventions modernes pour le modifier, et des hommes d'une intelligence supérieure pour apprécier ce qu'il fallait faire à mesure que le passé devait être remplacé. On peut dire que la génération actuelle a vu quatre marines : celle à voiles, arrivée à la perfection ; celle à vapeur avec les roues, bien imparfaite ; celle à hélice, ajoutant le rôle des machines à celui des voiles, et celle cuirassée pour résister aux inventions nouvelles de l'Artillerie. M. Dupuy s'est placé, chez nous et partout, en tête des deux dernières modifications. Chacun des changements nécessités a exigé des constructions toutes nouvelles, et les marins français doivent une profonde reconnaissance à celui qui, démêlant les propriétés des nouveautés avec un jugement lucide et droit, a su leur donner à conduire des vaisseaux très supérieurs à ceux des autres nations, avant que celles-ci eussent l'idée de changer leur nombreux matériel. C'est une supériorité que la Marine a due à M. Dupuy de Lôme, et elle lui en est d'autant plus redevable que ce n'est pas du côté de l'armement que se trouvaient alors des difficultés, mais de celui que des conditions toutes nouvelles donnaient aux qualités nautiques et surtout à la marche. Si l'importance des qualités à la mer fait paraître parfois les jugements des marins intéressés un peu sévères, elle leur impose aussi l'obligation de signaler hautement les bons résultats, et c'est ici le cas.

» Les constructeurs de notre temps n'avaient pas des antécédents célèbres, comme ceux du siècle passé, ainsi que ceux du commencement de celui-ci. Les principes généraux eux-mêmes devenaient seulement utiles, tant pour les formes que pour la stabilité : on devait tracer des plans pour l'avenir et non pour continuer le passé. Aussi a-t-il fallu l'intelligence juste et pratique de M. Dupuy pour saisir les nouveautés, en apprécier les qualités et les enter assez bien sur le passé pour résoudre simplement des problèmes

qui semblaient encore peu solubles, alors qu'il en montrait la réalisation. C'est comme marin que je témoigne ici ma reconnaissance à M. Dupuy; c'est comme vieux marin ayant pratiqué le passé et en partie le présent, puis l'ayant connu, suivi, critiqué parfois avec la franchise de l'amitié, que je vais tâcher d'exposer ce qu'ont été ses œuvres, et je ne ferai guère que répéter ce que je disais lorsque j'eus la tâche si facile de présenter ses titres à l'Académie.

» M. Dupuy de Lôme est né le 15 octobre 1816, à Ploërmeur, près de Lorient; son père, officier distingué, était attaché à ce port, et ce fut au Collège de Lorient qu'il fit ses premières études. Il est entré à l'École Polytechnique en 1835, et il a choisi le Génie maritime en 1837 pour entrer à l'École d'application, alors dirigée par M. Reech, qui avait une affection toute particulière pour son jeune élève.

» Voici, depuis lors, l'état de ses services : élève du Génie maritime le 13 novembre 1837; sous-ingénieur de 3e classe le 9 novembre 1839; de 2e classe, 16 novembre 1841; de 1re classe, 1er décembre 1844; ingénieur de 2e classe, 21 septembre 1848; ingénieur de 1re classe, 27 septembre 1852; directeur des constructions navales de 2e classe, 1er janvier 1857; directeur des constructions navales de 1re classe, 20 décembre 1864; inspecteur général du Génie maritime, 9 mars 1867; admis à la retraite le 10 juin 1869. Ses grades dans la Légion d'honneur ont été : chevalier le 8 janvier 1845; officier le 5 novembre 1853; commandeur le 23 août 1858; grand officier le 31 décembre 1863.

» Il a été embarqué, pour des expériences, sur le *Phaéton* et le *Véloce*, en 1841; en mission en Angleterre, du 1er juin 1842 au 22 mars 1843, et y est retourné en 1853. Il a naturellement assisté aux expériences du *Napoléon* et de *la Gloire*, a été envoyé à l'Exposition de Londres, en 1862, et a rempli beaucoup de missions importantes.

» Attaché au port de Toulon, il s'est fait remarquer par un esprit net et pratique qui l'a distingué toute sa vie. Les navires à roues avec leurs lourds appareils ne montraient guère que des modèles à éviter; il les eut sous sa direction pour assurer les communications avec l'Algérie. Il y prit l'habitude de connaître les détails; de savoir que, en sortant de la salle de dessin, les choses sont bien loin de se faire toutes seules, et pourtant ses plans étaient nets et précis. En 1842, il alla en Angleterre étudier les constructions en fer qui apparaissaient alors, et le premier constructeur de l'époque, M. Laird, de Liverpool, fut assez frappé de son intelligence pour désirer se l'attacher par des propositions brillantes. A son retour, il rédigea un Mémoire, ou plutôt un Traité de la construction en fer, alors presque

inconnue chez nous, et, malgré tant d'années, ce travail est encore utile. S'occupant de tous les détails d'exécution, que des ouvriers très peu aptes encore n'auraient pas bien faits, il y acquit un fonds de pratique qu'il a toujours habilement utilisé. Je le vis ainsi à l'œuvre lorsque, m'occupant de mon côté de la conduite des machines, de leurs avaries et de la manœuvre des deux nouvelles sortes de propulseurs, je le suivais à l'atelier où il fit la machine de l'*Algésiras;* la première réussie à Toulon, où il évita ingénieusement différentes difficultés d'exécution, notamment pour tourner les soies d'un grand arbre à vilebrequin.

» Voyant que l'avenir était dans l'hélice naissante, il traça et construisit l'aviso *le Caton*, et appréciant que le nouveau propulseur était aussi bien assorti à l'usage des voiles que le précédent l'était peu, et que, de plus, nos cales de construction portaient de nombreux et beaux vaisseaux, il en opéra la transformation d'une manière plus parfaite qu'à l'étranger, et nos vieux vaisseaux de cent canons, tels que le *Fleurus*, le *Navarin*, le *Prince-Jérôme*, et autres, furent rapidement utilisés en ne modifiant que leur arrière et en les dotant, au prix de quelques mois de vivres, d'une machine imprimant une belle vitesse pour l'époque, sans toutefois réduire leur artillerie : l'*Eylau* seul fut allongé par le milieu et reçut une machine plus puissante. Le beau trois-ponts le *Montebello* fut aussi modifié par M. Dupuy, mais d'une manière moins radicale et plus économique, en ce qu'il n'eut qu'une machine de 120 chevaux.

» Mais M. Dupuy de Lôme ne s'arrêta pas là ; ce n'était pas assez que d'être indépendant du vent, il fallait marcher mieux que les paquebots : le navire de guerre, comme l'oiseau de proie, doit avoir le vol le plus rapide. Il conçut donc le *Napoléon*, dont les plans furent présentés au Conseil d'Amirauté au mois d'avril 1847, c'est-à-dire alors qu'il avait trente et un ans et n'était que sous-ingénieur de 1re classe. Les plans furent approuvés en février 1848, sauf en ce qui concernait la machine, qu'on n'osa pas encore faire sans engrenages, d'où résultait un surcroît de poids très considérable. Tout fut cependant assez bien calculé pour que le tirant d'eau ne fût pas dépassé, que la quantité de charbon fût suffisante et l'artillerie aussi forte. La réussite du *Napoléon* opérait une transformation complète du matériel naval. Il devint évident que, par leur vitesse plus que par leurs quatre-vingt-dix canons, ces vaisseaux étaient maîtres de la mer en Europe, qu'ils pouvaient éviter le fort dans le cas où ils le rencontreraient, et courir sus au faible, et cela tant qu'ils ne seraient pas imités ailleurs et devenus plus nombreux, car c'est le sort de toute invention remarquable : si sa qualité ne diminue pas réellement, elle est bientôt

presque annulée par l'imitation; il en est ainsi des vaisseaux comme des armes. Lorsque, en 1853, on vit ce beau vaisseau filer parfois jusqu'à treize nœuds (24^{km}), gouverner comme un poisson, fendre les lames qui arrêtaient les autres dans leur écume, il y eut un enthousiasme de tout ce qui aimait et appréciait la marine en France, et ailleurs une négation qui disparut devant la réalité. On fut encore plus surpris lorsque la guerre avec la Russie eut fait réunir les flottes alliées près des Dardanelles et que le *Napoléon*, avec son hélice, fit remonter à Constantinople un lourd trois-ponts contre un vent qui retenait les autres vaisseaux.

» Ce résultat célèbre complétait la vraie révolution commencée timidement par les roues à aubes; elle rendait le nouveau vaisseau nécessaire et dépréciait tout le passé; car les navires à roues étaient aussi mal armés et aussi vulnérables que les galères, seulement leurs machines étaient infatigables et les vaisseaux lents auraient été des sujets de déception en présence de la rapidité de marche déjà obtenue par des paquebots. Les marines étrangères durent subir comme nous cette première transformation radicale et rester inférieures jusqu'à ce qu'elle fût accomplie en nombre suffisant. Ce succès fit construire plusieurs vaisseaux du même type, tels que l'*Algésiras*, l'*Arcole*, le *Terrible*, le *Redoutable* et autres.

» C'eût été un résultat définitif et le nom de Dupuy eût été attaché à autant de vaisseaux que le fut celui de Sané, si les canons à obus du général Paixhans n'avaient montré que les constructions en bois étaient trop vulnérables pour se mesurer avec les batteries de terre et qu'entre elles les résultats seraient terribles par les explosions des obus et les incendies. On eut donc l'idée d'avoir des navires propres à se mesurer avec la terre en les mettant à l'abri des boulets et des obus, ce qui fit reprendre des expériences antérieures, qui avaient montré qu'il fallait dix feuilles de fer de $0^m,01$ pour arrêter le boulet de 30. On conçut donc les batteries flottantes, qui, destinées à passer sur des petits fonds, furent des caisses informes traînées devant le fort de Kil-Bouroun, qu'elles réduisirent sans éprouver elles-mêmes de dommages.

» M. Dupuy saisit aussitôt cette idée, conçut, calcula et traça des navires invulnérables et rapides, sortes de bêtes fauves qui cette fois devaient à peine craindre leurs semblables et qui, par suite, pouvaient tout oser, non seulement contre tout ce qui flottait sur la mer, mais même contre les fortifications de la terre.

» Peu après j'étais heureux de finir ma carrière sur le beau vaisseau l'*Algésiras*, dont la machine, très bonne pour son époque, était le fruit du travail assidu de M. Dupuy; j'assistai aux premiers essais de la *Gloire* et je

vis que, à quelques détails près, le problème si nouveau et jugé impraticable par beauconp de gens était réellement résolu. On avait le navire invulnérable pour le canon de son temps, espèce de chevalier bardé de fer et à coursier rapide. Il lui suffisait de quelques corrections que l'expérience démontrait.

» Mais les conséquences de l'invulnérabilité se montraient trop grave pour qu'on ne tentât pas de les amoindrir, surtout chez le peuple qui pouvait le plus en redouter les résultats. Dès lors commença la lutte entre la défense et l'attaque, entre les plaques de fer et les boulets, et il en résulta des modifications successives, à la tête desquelles M. Dupuy de Lôme sut toujours se tenir. Il avait fait la *Gloire* et autres avec une seule batterie, il construisit le *Magenta* et le *Solférino*, avec deux batteries dans un réduit central; puis, augmentant l'épaisseur de cuirasse à mesure que le canon avait de plus forts boulets, il fit la *Flandre*, l'*Héroïne*, la *Provence*, la *Savoie*, la *Magnanime*, la *Valeureuse*, la *Revanche*, la *Surveillante*, la *Guyenne* et la *Gauloise*. Les plaques devenant plus épaisses, pour résister à des canons toujours plus puissants, nécessitèrent de nouveaux types, et M. Dupuy fit la *Marengo*, la *Suffren*, l'*Océan*, puis le *Duperré* et l'*Amiral-Baudin*; enfin il construisit huit corvettes cuirassées du type *Belliqueuse* et le *Bélier* à tourelles, le *Taureau* destiné à la défense des ports.

» Il est heureux que cette flotte toute nouvelle et qui eût été maîtresse de la mer jusqu'à ce qu'elle fût imitée se soit trouvée représentée au musée par d'excellents modèles, donnés par le Ministre de la Marine et auprès desquels on a eu soin de porter toutes leurs dimensions et les détails propres à les faire apprécier. Ils y forment un ensemble aussi remarquable que celui de la flotte du premier empire, presque entièrement construite par Sané, dont le buste est au musée. Des publications en conserveront le souvenir par leur nombre et leur dispersion et suppléeront à l'unité périssable des modèles. Pour le moment, il est un regret, c'est celui de n'avoir pu lui présenter les gravures de son *Napoléon*, dont le modèle manque et que des lenteurs n'ont fait arriver que le lendemain de sa mort. Tout change si vite, que le dessin géométrique est le seul moyen de conserver des souvenirs exacts, car quelques remarquables que soient les navires de M. Dupuy, ils ne vivront pas soixante-cinq ans à force de réparations, comme l'*Océan* de Sané qui a dû sa durée à ce que le système de construction a peu changé pendant un demi-siècle.

» Ajoutons que, de 1852 à 1857, M. Dupuy a fourni plusieurs plans de paquebots à la Compagnie des Messageries nationales.

» A la suite de cet exposé des importants travaux de M. Dupuy de

Lôme, il convient de mentionner les positions importantes qu'il a occupées. Ainsi, en 1857, l'amiral Hamelin, devenu Ministre, se souvint des services dont il avait été témoin, étant préfet maritime à Toulon, et il l'appela auprès de lui en le nommant directeur du matériel de la marine. J'avoue qu'à cette époque je le vis avec regret quitter les chantiers qu'il dirigeait si bien; mais il fut utile d'une autre manière, et c'est pendant les douze années de sa gestion qu'il accomplit la transformation de la flotte en la modifiant à mesure, et il est pénible de penser que l'ignoble torpille menace déjà de déprécier tant de travaux.

» En 1870, pendant le siège de Paris, il conçut la pensée de créer un navire aérien permettant de rapporter des nouvelles à Paris, en profitant d'un vent à peu près favorable. C'est alors qu'il projeta son ballon dirigeable et qu'il fit cette étude si complète, qu'il condensa plus tard dans un Mémoire publié par l'Académie des Sciences et qui est un Traité complet sur toute cette question, Traité qui vient encore de servir de base à l'aérostat de Meudon, dont le succès a frappé le monde scientifique encore plus que le public. Il avait fait et conduit dans l'air le navire aérien, mais mû seulement par l'homme, *la Galère;* d'autres, plus heureux, ont remplacé l'homme par la machine, ont eu *le vapeur* aérien, mais le navire existait.

» M. Dupuy de Lôme comprit, en 1869, qu'il était préférable pour le bien du service, une fois la flotte entièrement créée, de quitter la Direction du matériel au Ministère de la Marine, tout en se réservant de donner, comme député, au Département le concours le plus dévoué.

» Ce qui le décida tout à fait, c'est que son ami le plus intime, M. Béhic, ancien Ministre des Travaux publics, l'éminent administrateur et organisateur que l'on sait, le pressa de venir s'adjoindre à lui et de compléter sa carrière dans deux industries se rattachant par une foule de liens à ses travaux antérieurs. M. Dupuy de Lôme vit là le moyen de rendre encore d'importants services à la Marine du commerce, et même indirectement à la Marine militaire, et il accepta la vice-présidence des deux puissantes Sociétés des Messageries maritimes et des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Là, pendant seize ans, il prit en main leur direction technique, tout en apportant le concours de son esprit si pratique aux affaires purement administratives, et c'est à la collaboration intime de ses Présidents communs que l'on peut attribuer leur prospérité constante malgré les crises industrielles. La compagnie des Messageries porte plus haut que jamais notre pavillon dans toutes les mers, et la compagnie des Forges et Chantiers, tout en ap-

portant un concours considérable aux chantiers de l'État, a pu souvent, surpassant les autres chantiers, fournir aux gouvernements étrangers leurs navires de guerre les plus appréciés, en créant ainsi en France la grande industrie des constructions militaires, qui était auparavant l'apanage à peu près exclusif de nos voisins.

» M. Dupuy de Lôme a été élu membre de l'Académie des Sciences en 1866, et, je le répète, j'eus la tâche si facile de présenter l'exposé de ses titres. Il a souvent pris part avec sa lucidité habituelle aux discussions relatives à la marine. Il a exercé une grande influence par son rapport sur les lois qui ont protégé notre industrie maritime. Il était notre guide pour la distribution des prix. Député en 1869, il exerça la même influence qu'à l'Institut. Enfin il siégeait aussi utilement au Sénat, quand la cruelle maladie qui nous l'enlève s'est déclarée.

» La manière dont M. Dupuy a opéré les changements radicaux du matériel naval lui a donné un genre de réputation générale qu'il est difficile de comparer à celle d'autres ingénieurs célèbres, Sané par exemple. Celui-ci avait de beaux antécédents : la marine de Louis XVI était déjà très remarquable, Euler, Bernoulli avaient établi les théories ; M. Dupuy n'avait presque pas de précédents, les théories même n'avaient pas changé. Le premier a produit des types qui n'ont presque pas varié pendant un demi-siècle ; le second avait à peine fini qu'il a fallu recommencer et toujours modifier, et les terribles inventions modernes menacent ses œuvres d'une courte durée. Il manque alors qu'on pouvait espérer qu'il eût trouvé les moyens de résoudre quelques-uns des problèmes qui vont se présenter, ce qui ajoute aux regrets de ceux qui n'oublient pas leurs bonnes relations, et cela dans l'Académie, comme de ceux qui, dans la Marine, ont suivi et utilisé ses travaux, en étant heureux et fiers de commander ses vaisseaux. »

LISTE DES BATIMENTS CONSTRUITS D'APRÈS LES PLANS DE M. DUPUY DE LOME.

1° *Frégates cuirassées.*

Frégates cuirassées : Gloire, Invincible, Normandie (1858).

Vaisseaux cuirassés : Magenta, Solférino (1859); Richelieu (1868); Friedland (1873); Colbert (1875); Amiral-Duperré (1876).

Frégates cuirassées : Flandre, Gauloise, Guyenne, Héroïne, Magnanime, Provence, Revanche, Savoie, Surveillante, Valeureuse (1861); Friedland, Marengo, Océan (1865).

2° *Corvettes cuirassées.*

Belliqueuse (1863); Atalante, Jeanne-d'Arc, Alma, ReineBlanche, Thétis, Armide, Indienne (1865).

3° *Gardes-côtes cuirassés.*

Taureau (1863); Bélier, Bouledogue, Cerbère (1865).

4° *Batteries flottantes cuirassées.*

Paixhans, Peïho, Palestro, Saïgon (1859).

5° *Batteries flottantes démontables.*

Nos 1, 2, 3, 4, 5 (1859); nos 6, 7, 8, 9, 10, 11 (1864).

6° *Vaisseaux à vapeur rapides.*

Vaisseaux à vapeur à hélice : Napoléon (1848); Algésiras (1850); Arcole, Impérial, Redoutable, Intrépide (1853).
Vaisseaux rapides : Ville de Bordeaux, Ville de Lyon, Ville de Nantes (1854).

7° *Vaisseau transformé* par allongement.

Vaisseau rapide : Eylau.

8° *Vaisseaux transformés* sans allongement.

Vaisseaux à trois ponts : Souverain (600 chevaux); Montebello (140 chevaux).

9° *Grandes frégates à hélice.*

Frégates à hélice : Ardente, Audacieuse, Foudre, Impératrice Eugénie (1854).

10° *Yachts impériaux.*

Corvette à roues : Aigle (1857).
Petit yacht pour rades et rivières : Puebla.

11° *Navires en tôles et cornières.*

Aviso à roues : Narval (1843).
Aviso à hélice : Caton (1844).
Corvette à roues : Euménide (1846).
Aviso à roues : Goëland (1846).
Avisos à hélice : Biche, Ariel (1847).

12° *Canonnières en bois.*

N^os^ **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10** (1858).

13° *Canonnières en fer démontables.*

N^os^ **12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31** (1859).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 FÉVRIER 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une disposition nouvelle de l'appareil du miroir tournant pour la mesure de la vitesse de la lumière.* Note de M. C. WOLF.

« Occupé depuis plusieurs années de la mesure de la vitesse de la lumière par la méthode du miroir tournant, je suis arrivé à une disposition de l'appareil que je définis comme il suit : à l'aide de deux miroirs seulement, l'un fixe, l'autre mobile, distants de quelques mètres, obtenir, même avec une vitesse de rotation très modérée, une déviation de l'image d'une mire fixe aussi grande qu'on le voudra en théorie, limitée seulement en pratique par l'intensité de la lumière et la perfection des appareils optiques.

» Je rappelle en quelques mots la disposition de l'expérience célèbre de L. Foucault. Les rayons issus d'une fente étroite viennent tomber, à 1^{m} de distance, sur un miroir tournant de 14^{mm} de diamètre, et, après réflexion, traversent un objectif placé aussi près que possible du miroir. Cet objectif donne une image mobile de la fente sur un miroir sphérique concave, de

4^m de rayon, placé à 4^m du miroir tournant. Un deuxième miroir, identique au premier, reçoit le faisceau réfléchi qui produit une image fixe du miroir tournant, et renvoie une image mobile de la fente sur un troisième miroir, et ainsi de suite. L'appareil de Foucault comprenait cinq miroirs semblables. Le dernier, sur lequel se formait une image fixe, rejetait sur le quatrième la lumière qui rebroussait chemin et revenait ainsi au miroir tournant, lequel la renvoyait déviée dans le sens de sa rotation d'un angle double de celui dont il avait tourné pendant qu'elle exécutait le double trajet des miroirs ou deux fois 20^m. La vitesse de rotation étant de 400 tours par seconde, Foucault obtenait une déviation de $0^{mm},7$.

» Une des objections faites à l'expérience de Foucault et à la valeur qu'il en a déduite pour la vitesse de la lumière est la petitesse de cette déviation. On sait comment il a ingénieusement tourné la difficulté, en substituant à la mesure de la déviation celle de la distance de la fente au miroir tournant qui produit une déviation déterminée. Mais il ne se dissimulait pas que l'avantage de cette substitution est peut-être plus spécieux que réel, et il avait donné le plan d'un appareil composé d'une série d'objectifs et d'un miroir concave, à l'aide duquel le trajet de la lumière aurait pu être étendu à plusieurs centaines de mètres. Il avait même choisi, à l'Observatoire, l'emplacement où devaient être exécutées ses nouvelles expériences.

» Je dois dire qu'ayant essayé de réaliser la conception de Foucault, soit à l'aide d'objectifs, soit à l'aide de miroir, j'ai rencontré de telles difficultés que j'ai dû renoncer à poursuivre mes recherches dans ce sens.

» Aux États-Unis, M. Michelson a réalisé, en 1879, l'expérience du miroir tournant à de grandes distances, mais par un dispositif qui se rapproche beaucoup plus de l'expérience célèbre de MM. Fizeau et Bréguet que de celle de Foucault. La fente d'où part la lumière était placée à 30 pieds anglais environ ($9^m,15$) du miroir tournant, dont le diamètre avait été porté à $1\frac{1}{4}$ pouces ($3^{cm},2$); une lentille simple, non achromatique, de 7 pouces de diamètre ($17^{cm},8$) et de 150 pieds ($45^m,75$) de foyer est placée de manière à donner une image de la fente, vue par réflexion dans le miroir tournant, sur la surface d'un miroir plan de 7 pouces de diamètre placé normalement à la ligne qui passe par les centres des deux miroirs et de la lentille, à 1986,23 pieds ($605^m,80$) du miroir tournant. Le faisceau revient donc sur lui-même et donne une image de la fente qui coïncide point pour point avec elle quand le miroir est fixe, qui est déviée dès qu'il

tourne. Le déplacement linéaire de l'image pour une rotation de 258 tours par seconde atteignait $114^{mm},15$. Mais l'avantage d'un si grand déplacement paraît compensé par la mauvaise qualité de l'image : une lentille de 7 pouces de diamètre et de 150 pieds de foyer donne nécessairement, dans les meilleures conditions, une image bordée de franges très larges de diffraction, que les agitations atmosphériques transforment en une tache lumineuse si mal définie que, de l'aveu de M. Michelson lui-même, il n'y a pas à se préoccuper de l'effet de parallaxe dû au manque de coïncidence du plan de l'image avec celui des fils du micromètre, en d'autres termes, il n'existe pas de foyer défini.

» Je me suis proposé, dans tous mes essais, de conserver la correction parfaite des effets optiques, comme l'avait fait Foucault, pensant qu'il vaut mieux mesurer la déviation même petite d'une image parfaite que le déplacement exagéré d'une tache de lumière. J'ai donc cherché à amplifier la déviation de Foucault sans augmenter le trajet de la lumière, et sans recourir à de grandes vitesses de rotation du miroir.

» Je rappelle, en passant, que Bessel avait indiqué, comme moyen d'augmenter la déviation, le retour du rayon dévié sur le miroir tournant. Ce moyen, qui n'a jamais été appliqué, pourrait être réalisé à l'aide d'une série de petits miroirs plans, placés par couple de part et d'autre du miroir tournant, de manière à renvoyer le faisceau alternativement sur les deux faces parallèles de celui-ci. A chaque réflexion, la déviation augmente d'une quantité égale à sa valeur primitive ([1]). Mais ce procédé rendrait très compliquée la mesure du chemin parcouru par la lumière. On peut arriver au même but d'une façon beaucoup plus élégante et plus simple.

» L'appareil que je mets sous les yeux de l'Académie comprend seulement deux miroirs, l'un fixe, de $0^{m},20$ de diamètre, l'autre mobile, de $0^{m},05$, placés à 5^{m} de distance l'un de l'autre. Ils sont tous deux concaves, sphériques et ont le même rayon de courbure, 5^{m}. La source de lumière est une fente étroite percée dans l'argenture, au milieu du grand miroir. Le faisceau qui en émane, et qui couvre entièrement le miroir tournant, est renvoyé par celui-ci et revient former sur la surface du miroir fixe une image

([1]) Ces miroirs plans, disposés par couples, pourraient être aussi employés à recueillir et à renvoyer dans une direction constante la lumière que la rotation du miroir éparpille dans toutes les directions. On aurait ainsi l'avantage d'observer la déviation doublée d'une mage beaucoup plus brillante.

mobile de la fente, de même grandeur que cette fente. Dans chacune de ses positions, cette image mobile devient source de lumière, les rayons retournent sur le miroir mobile qui les concentre de nouveau en une image fixe : c'est l'image de Foucault, qui coïncide avec la fente quand la rotation est très lente, qui est déviée dans le sens de la rotation dès que celle-ci est un peu rapide. Supposons la vitesse du miroir tournant telle que la déviation linéaire soit égale à la largeur même de la fente : l'image vient se former sur le miroir fixe, bord à bord avec la fente elle-même. Là, elle tombe sur la surface réfléchissante de l'argent, devient donc une source de lumière identique à la première, qui donne naissance à une deuxième image déviée de la même quantité. Celle-ci agit à son tour comme la première, de telle sorte que, si l'on pouvait regarder sur la surface du miroir fixe, on y verrait, à partir de la fente elle-même, une série indéfinie d'images identiques placées bord à bord, et ne se distinguant l'une de l'autre que par leur éclat régulièrement décroissant. Si la vitesse de rotation s'accélère, toutes ces images vont se séparer les unes des autres et former, sur le miroir fixe, une série de traits lumineux égaux, séparés par des intervalles égaux, qui iront en s'éloignant à mesure que la vitesse croîtra. Si l'on parvient à déterminer micrométriquement la distance d'un de ces traits à la fente d'origine, on mesurera, non plus la déviation unique de Foucault, mais un multiple aussi élevé qu'on voudra de cette déviation. La distance de mes deux miroirs étant de 5^{m}, et la vitesse de rotation du miroir 200 tours seulement par seconde, la déviation sera les $\frac{5}{8}$ de celle qu'a obtenue Foucault, $0^{mm},7$, par conséquent à peu près $0^{mm},44$. La dixième image sera à $4^{mm},4$ de la fente.

» Pour m'assurer avant tout de l'existence de ces images multiples, j'ai employé le mode d'observations de Foucault et placé devant la fente lumineuse, à petite distance du miroir fixe, une lame de glace à faces parallèles inclinée à 45° sur la direction de l'axe du miroir. On rejette ainsi latéralement une portion, assez faible il est vrai, de chacun des faisceaux déviés que l'on reçoit dans un microscope. On voit alors, dès que la vitesse de rotation est assez grande pour donner une image continue, apparaître sur le bord de l'image de la fente une seconde image plus pâle, puis une troisième au bord de celle-ci, qui augmentent de largeur à mesure que la première est de plus en plus déviée et finissent par se séparer. Avec la lumière électrique engendrée par une petite machine à gaz d'un demi-cheval, ou avec le soleil blafard de ces jours derniers, j'ai pu voir aussi ces trois images

et entrevoir la quatrième. La réalité est bien conforme à mes prévisions. Il reste à perfectionner la méthode d'observation et à augmenter la quantité de lumière ([1]).

» Supposons que la dixième image soit assez intense pour qu'on puisse l'observer. A $4^{mm},4$ de la fente, j'enlève l'argenture du miroir sur l'étendue d'un petit rectangle à bords parallèles à ceux de la fente; la dixième image viendra se former dans ce rectangle, toutes les suivantes seront supprimées, et le faisceau dévié, traversant le verre du miroir dont la face postérieure est plane et polie, pourra être reçu derrière lui dans un prisme à réflexion totale qui le renverra dans le microscope micrométrique. On mesurera la distance du bord de l'image au bord du rectangle, puis, par une opération indépendante, la distance de ce bord à celui de la fente; la somme des deux donnera la grandeur linéaire de la déviation. Reste à connaître l'ordre m de cette déviation. A cet effet, on accélère la rotation du miroir jusqu'à ce que l'image d'ordre $m-1$ vienne se substituer à celle qu'on a observée. Soient n et n' les nombres de tours du miroir par seconde, δ et δ' les valeurs linéaires de la déviation simple correspondante; on a

$$\delta = kn, \quad \delta' = kn' \quad \text{et} \quad m\delta = (m-1)\delta',$$

de là

$$mn = (m-1)n',$$

d'où l'on tire

$$m = \frac{n'}{n'-n}.$$

» Le nombre de tours est mesuré électriquement par les méthodes que M. Cornu a discutées avec tant de soin dans son travail sur la vitesse de la lumière; je n'ai pas besoin de m'y arrêter. Enfin, la mesure du trajet de la lumière se fait dans les meilleures conditions : c'est celle de la distance des centres des surfaces des deux miroirs.

» Il faut seulement avoir assez de lumière pour observer une déviation d'ordre un peu élevé. Or, ici je puis augmenter considérablement la proportion de lumière utilisée. En premier lieu, le miroir tournant peut réflé-

([1]) La quantité de lumière utilisée dans ce mode d'observation sur une glace est à peine le dixième de la quantité réelle. La raison de la progression géométrique décroissante qui représente les intensités des images successives étant 0,656, en admettant 0,90 pour le pouvoir réflecteur de l'argent, l'éclat de la troisième image vue par réflexion sur une lame de verre est inférieur à celui de la huitième image vue directement. Le pouvoir réflecteur de l'argenture neuve étant 0,96, on pourrait aller jusqu'à la seizième image.

chir sur ses deux faces : il est nécessaire seulement que toutes deux aient exactement le même rayon de courbure. En second lieu, ayant supprimé tout objectif, je puis utiliser le faisceau réfléchi par le miroir tournant dans tout l'espace où il donne une bonne image de la fente, et cet espace est considérable, parce que l'astigmatisme résultant de l'obliquité n'altère pas sensiblement la forme rectiligne de cette image. Il est donc possible d'accoler au miroir de $0^{m},20$ dont j'ai parlé une série d'autres miroirs identiques placés à la même distance dans le plan de rotation du faisceau. La condition d'identité du rayon de courbure est d'ailleurs bien moins rigoureuse pour ces miroirs que pour les deux faces du miroir tournant. Mais il faut toujours que l'image mobile donnée par ce dernier se fasse exactement sur la surface de chacun des miroirs fixes.

» Je dois dire qu'il est nécessaire que la distance linéaire de l'image observée à la fente soit assez grande, pour que l'observation en soit possible. Car il se produit inévitablement dans l'épaisseur du verre du miroir et sur ses deux surfaces une diffusion et des réflexions de la lumière incidente qui gênent et empêchent même la vision nette de l'image déviée quand elle est trop voisine de la fente. J'ai montré tout à l'heure que l'appareil actuel doit, dans de bonnes conditions, montrer l'image de seizième ordre, peut-être même pourrait-on aller au vingtième, c'est-à-dire à $8^{mm},8$ de la fente. Il serait cependant utile de recourir à un appareil de dimensions plus considérables.

» Si l'on prend 20^{m} pour rayon de courbure des miroirs et pour longueur du trajet simple de la lumière, le miroir mobile devra avoir $0^{m},20$ de diamètre. Si on lui imprime une vitesse de rotation de cinquante tours seulement par seconde, la déviation calculée d'après l'expérience de Foucault sera

$$0^{mm},7 \times \frac{40}{40} \times \frac{20}{1} \times \frac{50}{400} = 1^{mm},75;$$

le déplacement de la vingtième image sera donc de 35^{mm} qui, mesuré au centième de millimètre, donnera une approximation de $\frac{1}{3500}$. Or je ne crois pas impossible de faire tourner un miroir de $0^{m},20$ à cinquante tours par seconde sans déformation de ses surfaces. Aujourd'hui les turbines et les pièces mobiles des machines dynamo-électriques atteignent fréquemment une pareille vitesse.

» C'est pour moi un devoir de faire connaître à l'Académie que les fonds nécessaires à mes premiers et longs essais ont été généreusement mis à ma

disposition par M. de Romilly, à qui je suis heureux de témoigner publiquement ma vive reconnaissance. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination de l'ohm par la méthode de l'amortissement*. Note de M. MASCART.

« La Conférence internationale des unités électriques, au moment de choisir la valeur de l'unité de résistance (ohm), s'est trouvée en présence de résultats, fournis d'ailleurs par les expérimentateurs les plus habiles, dont la concordance ne paraissait pas conforme à la précision des observations. A part quelques exceptions, on pouvait reconnaître que toutes les méthodes, sauf celle de l'amortissement, donnaient pour l'unité exprimée en colonne de mercure de 1^{mmq} de section une longueur supérieure à $1^m,06$. La méthode d'amortissement, au contraire, a toujours fourni un nombre notablement plus faible.

» J'ai cherché si l'interprétation plus complète de la théorie ne pouvait pas fournir l'explication de cette différence.

» Considérons un aimant dont le moment d'inertie est K et le moment magnétique M, oscillant dans une bobine dont R est la résistance, L le coefficient de self-induction et G la constante galvanométrique moyenne dans la région occupée par l'aimant, le plan moyen de la bobine étant parallèle au méridien magnétique. Appelons H la composante horizontale du champ terrestre, I l'intensité du courant induit à l'époque t, x la déviation angulaire de l'aimant à partir de sa position d'équilibre, et supposons, en outre, qu'une cause étrangère à l'induction, telle que le frottement de l'air, donne une résistance proportionnelle à la vitesse dont le couple est $C\frac{dx}{dt}$.

» Si les déviations restent très petites, les équations du courant et du mouvement sont

$$L\frac{dI}{dt} + RI + MG\frac{dx}{dt} = 0, \tag{1}$$

$$K\frac{d^2x}{dt^2} + C\frac{dx}{dt} + HMx = MGI. \tag{2}$$

» Lorsque le circuit reste ouvert, le courant est nul et le phénomène est défini par l'équation

$$K\frac{d^2x}{dt^2} + C\frac{dx}{dt} + HMx = 0.$$

» Sauf le cas d'un mouvement apériodique qu'il n'y a pas lieu de considérer, si l'origine du temps correspond au passage de l'aimant par sa position d'équilibre, l'angle d'écart est donné par une expression de la forme

$$x = \mathrm{B}e^{-\varepsilon_0 t}\sin\gamma_0 t = \mathrm{B}e^{-\frac{\lambda_0}{\tau_0}t}\sin\frac{\pi}{\tau_0}t.$$

Le décrément logarithmique λ_0 et la durée τ_0 de l'oscillation peuvent être déterminés par expérience. On a d'ailleurs

$$\frac{\mathrm{C}}{2\mathrm{K}} = \varepsilon_0,$$

$$\frac{\mathrm{HM}}{\mathrm{K}} = n_0^2 = \gamma_0^2 + \varepsilon_0^2 = \frac{\pi^2+\lambda_0^2}{\tau_0^2} = \frac{\pi^2}{\mathrm{T}^2},$$

T désignant la durée d'oscillation que l'on obtiendrait si toute cause d'amortissement était supprimée; représentant par φ_0 l'expression $\sqrt{1+\frac{\lambda_0^2}{\pi^2}}$, il en résulte

$$\tau_0 = \varphi_0 \mathrm{T}.$$

» Lorsque le circuit est fermé et qu'on élimine le courant entre les équations (1) et (2), en posant

$$\alpha = \frac{\mathrm{M}^2\mathrm{G}^2}{2\mathrm{KR}},$$

on obtient l'équation différentielle linéaire du troisième ordre

$$\mathrm{L}\left(\frac{d^3x}{dt^3} + 2\varepsilon_0\frac{d^2x}{dt^2} + n_0^2\frac{dx}{dt}\right) + \mathrm{R}\left(\frac{d^2x}{dt^2} + 2(\varepsilon_0+\alpha)\frac{dx}{dt} + n_0^2\right) = 0,$$

dont l'intégrale est de la forme

$$(3)\qquad x = \mathrm{A}e^{\rho t} + \mathrm{A}'e^{\rho' t} + \mathrm{A}''e^{\rho'' t},$$

les valeurs de ρ, ρ' et ρ'' étant les racines de l'équation

$$(4)\qquad \mathrm{L}(\rho^3 + 2\varepsilon_0\rho^2 + n_0^2\rho) + \mathrm{R}[\rho^2 + 2(\varepsilon_0+\alpha)\rho + n_0^2] = 0.$$

» Si l'on prend pour origine du temps l'époque à laquelle l'aimant passe par une élongation d'amplitude a, les constantes A, A' et A'' seront déterminées par les conditions que, pour $t = 0$, on ait $x = a$, $\frac{dx}{dt} = 0$ et $\mathrm{I} = 0$.

» La solution complète du problème présenterait de grandes difficultés,

mais, en mettant à profit cette circonstance que le rapport $\frac{L}{R}$ est généralement très petit, on peut le traiter par la méthode suivante, que M. Tisserand a eu l'obligeance de m'indiquer.

» L'une des racines de l'équation (4), qui est infinie lorsque le coefficient L est nul, a une valeur très grande, sensiblement égale à $-\frac{R}{L}$. Les deux autres racines sont imaginaires, et l'équation (3) devient

$$(5)\qquad x = A e^{-\frac{R}{L}t} + A_1 e^{-\varepsilon t} \sin\gamma(t - t_0) = A e^{-\frac{R}{L}t} + A_1 e^{-\frac{\lambda}{\tau}t} \sin\frac{\pi}{\tau}(t - t_0),$$

» Les constantes A, A_1 et t_0 seront déterminées par les conditions initiales. On voit que le mouvement peut encore être considéré comme périodique, avec un décrément logarithmique λ et une durée d'oscillation τ, mais les oscillations s'effectuent autour d'une position variable avec le temps. Toutefois, la constante A est extrêmement petite et négligeable dans les expériences.

» Les valeurs de ρ' et ρ'' diffèrent très peu des racines de l'équation

$$(6)\qquad u^2 + 2(\varepsilon_0 + \alpha)u + n_0^2 = 0;$$

on peut écrire

$$\rho = u + y,$$

et le terme de correction y est très petit.

» L'équation (4) étant mise sous la forme

$$L f(\rho) + R\varphi(\rho) = 0,$$

si l'on y remplace ρ par $u + y$ et qu'on la développe par la série de Taylor, en ne prenant que les premiers termes et remarquant que $\varphi(u) = 0$, il en résulte

$$y = -\frac{L}{R}\frac{f(u)}{\varphi'(u)} = -\frac{L}{2R}u\frac{u^2 + 2\varepsilon_0 u + n_0^2}{u + \varepsilon_0 + \alpha}.$$

» Les racines de l'équation (6) sont

$$u' = -(\varepsilon_0 + \alpha) + \beta\sqrt{-1},$$
$$u'' = -(\varepsilon_0 + \alpha) - \beta\sqrt{-1},$$

avec

$$\beta^2 = n_0^2 - (\varepsilon_0 + \alpha)^2.$$

» En posant

$$(7)\quad \begin{cases} \alpha' = \alpha(\varepsilon_0 + \alpha)\dfrac{2L}{R}, \\ \beta' = \dfrac{\alpha}{\beta}(2\beta^2 - n_0^2)\dfrac{L}{R}, \end{cases}$$

les valeurs de ρ' et ρ'' deviennent

$$\rho' = -(\varepsilon_0 + \alpha + \alpha') + (\beta + \beta')\sqrt{-1},$$
$$\rho'' = -(\varepsilon_0 + \alpha + \alpha') - (\beta + \beta')\sqrt{-1}.$$

» Quand on substitue ces valeurs dans l'équation (3), elle prend la forme (5) et l'on en déduit

$$(8)\quad \begin{cases} \varepsilon = \varepsilon_0 + \alpha + \alpha' = (\varepsilon_0 + \alpha)\left(1 + \dfrac{2L\alpha}{R}\right) = \varepsilon_0 + \alpha\left[1 + \dfrac{2L}{R}(\varepsilon_0 + \alpha)\right], \\ \gamma = \beta + \beta'. \end{cases}$$

» La première de ces équations résout le problème, car on a

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{2KR}{M^2G^2} = \frac{1}{\varepsilon - \varepsilon_0}\left[1 + \frac{2L}{R}(\varepsilon_0 + \alpha)\right],$$

ou, en remplaçant $\varepsilon_0 + \alpha$ dans le terme de correction par sa valeur approchée de ε, c'est-à-dire en négligeant le carré du rapport $\frac{L}{R}$,

$$R = \frac{M^2G^2}{2K(\varepsilon - \varepsilon_0)}\left(1 + \frac{2L}{R}\varepsilon\right).$$

Telle est, en effet, la formule donnée par Maxwell.

» Lorsque l'amortissement est considérable, l'expérience ne permet pas de déterminer directement la durée τ des oscillations, et l'on préfère en général la déduire de la durée τ_0 relative au circuit ouvert par la relation

$$(9)\quad \varepsilon^2 + \gamma^2 = \varepsilon_0^2 + \gamma_0^2 = n_0^2,$$

mais cette relation n'est pas rigoureuse.

» En effet, les équations (7) et (8) donnent, au même degré d'approximation,

$$\gamma^2 = \beta^2 + \frac{4L\alpha}{R}\left(\beta^2 - \frac{n_0^2}{2}\right),$$
$$\varepsilon^2 = (\varepsilon_0 + \alpha)^2 + \frac{4L\alpha}{R}(\varepsilon_0 + \alpha)^2,$$
$$\gamma^2 + \varepsilon^2 = n_0^2\left(1 + \frac{2L\alpha}{R}\right);$$

par suite, en posant encore $\varphi^2 = 1 + \frac{\lambda^2}{\pi^2}$,

$$\frac{\varphi}{\tau} = \frac{\varphi_0}{\tau_0}\left(1 + \frac{L\alpha}{R}\right),$$

$$\varepsilon - \varepsilon_0 = \frac{\lambda}{\tau} - \frac{\lambda_0}{\tau_0} = \frac{\varphi_0}{\tau_0}\left(\frac{\lambda}{\varphi} - \frac{\lambda_0}{\varphi_0}\right) + \frac{L}{R}\alpha\varepsilon = \frac{\varphi_0}{\tau_0}\left(\frac{\lambda}{\varphi} - \frac{\lambda_0}{\varphi_0}\right)\left(1 + \frac{L}{R}\frac{\alpha\varepsilon}{\varepsilon - \varepsilon_0}\right).$$

» Enfin, si l'on remplace α, dans le terme de correction, par sa valeur approchée $\varepsilon - \varepsilon_0$ et qu'on substitue dans l'expression de R, en remarquant que l'on a

$$\frac{MH}{K} = \frac{\pi^2}{T^2} = \frac{\pi^2}{\tau_0^2}\varphi_0^2,$$

il vient

$$R = \frac{M}{H}\frac{G^2}{2\tau_0}\pi^2\frac{\varphi_0}{\frac{\lambda}{\varphi} - \frac{\lambda_0}{\varphi_0}}\frac{1 + \frac{2L}{R}\varepsilon}{1 + \frac{L}{R}\varepsilon},$$

ou, en représentant par R_1 la valeur approchée de la résistance,

$$R = R_1\left(1 + \frac{L}{R}\varepsilon\right) = R_1 + L\varepsilon.$$

» La correction que l'on doit apporter au calcul approché de la résistance, pour tenir compte du coefficient de self-induction, est donc moitié moindre que celle que l'on fait d'habitude en admettant l'équation (9).

» Cette correction ne suffit pas encore pour faire disparaître les divergences; une autre cause d'erreur semble plus importante.

» En réalité, les courants induits sont très énergiques et c'est même là une condition nécessaire pour que l'amortissement soit notable. Ces courants induits donnent au barreau, dans une direction transversale, une aimantation temporaire dont il est nécessaire de tenir compte.

» L'intensité d'aimantation temporaire du barreau, perpendiculairement au méridien magnétique, est proportionnelle à l'action GI du courant et peut être représentée par hGI et, en appelant V le volume de l'aimant, le moment magnétique correspondant est hGIV. Cette aimantation ne modifie pas l'équation (1) relative à l'induction, mais l'action de la terre sur le barreau introduit dans l'équation (2) un couple HhGIV de signe contraire au couple MGI; le second membre de cette équation doit donc être remplacé par

$$MGI - HhGIV = MGI\left(1 - \frac{HhV}{M}\right).$$

» On posera, comme précédemment,

$$\alpha = \frac{M^2 G^2 \left(1 - \frac{HhV}{M}\right)}{2KR}$$

et l'équation finale deviendra

$$R = R_1 \left(1 - \frac{HhV}{M}\right)\left(1 + \frac{L\varepsilon}{R}\right) = R_1 \left(1 + \frac{L\varepsilon}{R} - \frac{HhV}{M}\right).$$

» Si l'on appelle I_a l'intensité moyenne d'aimantation principale de l'aimant, I_t celle de la terre, et qu'on suppose l'expérience faite à la latitude de 45°, on a

$$H = \frac{4}{3}\pi \frac{\sqrt{2}}{2} I_t = \frac{2\sqrt{2}}{3}\pi I_t,$$

$$M = V I_a;$$

par suite,

$$\frac{HhV}{M} = \frac{2\sqrt{2}}{3}\pi \frac{I_t}{I_a} h.$$

» Or, l'intensité d'aimantation de la terre est d'environ 0,079 ou 0,08 en unités C.G.S; pour avoir une idée de l'ordre de grandeur de ce terme, on peut faire les hypothèses $I_a = 100$, $h = 1$, qui ne s'éloignent pas beaucoup des conditions expérimentales, et qui donnent

$$\frac{HhV}{M} = 0,0024.$$

» Les hypothèses initiales relatives à la petitesse des déviations et à la constance du coefficient G laissent encore un doute sur le degré d'exactitude du résultat; dans tous les cas, les deux corrections que je viens d'indiquer concordent pour faire augmenter la valeur de l'unité de résistance trouvée jusqu'à présent par la méthode d'amortissement. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation de la détonation dans les matières explosives solides et liquides;* par M. **Berthelot**.

« La vitesse avec laquelle se propagent les réactions des corps explosifs joue un rôle capital dans leur étude et règle leurs effets. Elle se présente avec un caractère tout différent, suivant qu'il s'agit du régime de combustion ordinaire, seul connu autrefois lorsque la poudre noire était la principale matière explosive; ou bien du régime de détonation, propre à la dyna-

mite, à la poudre-coton et aux substances analogues. La découverte de l'onde explosive a expliqué cette diversité et rendu compte des propriétés extraordinaires des nouvelles matières explosives. C'est l'étude des mélanges gazeux détonants qui nous a permis, à M. Vieille et à moi, d'établir l'existence de l'onde explosive et d'en définir les caractères fondamentaux ([1]); étude plus facile en raison de la constitution relativement simple des systèmes gazeux. Il serait fort important de poursuivre les mêmes recherches sur les systèmes liquides et solides; mais, en raison de leurs propriétés et de la difficulté de les disposer en cylindres continus et de diamètre constant, ces systèmes se prêtent mal à une discussion aussi approfondie. Néanmoins, il paraît de quelque intérêt de faire connaître ici les résultats observés depuis quelques années dans cette direction par la Commission des substances explosives; résultats qui viennent étendre et compléter ceux que M. Abel, en 1874, et les officiers du Génie autrichien, en 1875, avaient déjà obtenus dans la même direction. Ceux que je vais exposer ont été réalisés grâce au dévouement collectif des membres de notre Commission, et il serait dès lors injuste de les attribuer à quelqu'un d'entre eux en particulier. Cependant il me sera permis de dire que M. le colonel Sébert et M. Vieille ont pris surtout part à ces pénibles et dangereuses expériences.

» Les essais ont porté sur le coton-poudre et l'amidon-poudre, comprimés dans des tubes métalliques, à des densités de chargement variables; sur le coton-poudre granulé, sur la nitromannite et sur la dynamite, également introduits dans des tubes semblables. On a opéré aussi sur la nitroglycérine liquide, et même sur la panclastite au sulfure de carbone, mélange liquide et extrêmement volatil, formé de volumes égaux de sulfure de carbone et d'acide hypoazotique liquide.

» Les tubes employés étaient en plomb, en étain, ou en métal anglais. Leur diamètre était très petit, 1^{mm} à 2^{mm} seulement à l'intérieur. Leur longueur a atteint 100^{m} et même 200^{m}. La matière explosive y était répartie d'une manière continue et, autant que possible, uniforme.

» La plupart des mesures ont été effectuées à l'aide du *vélocimètre*, appareil établi pour l'étude du mode de combustion des poudres, par la détermination de la loi du recul des bouches à feu, et que M. le colonel Sébert a fait connaître à l'Académie, à la séance du 22 juillet 1878. Cet appareil avait dû être légèrement modifié, de façon à permettre de mettre

---

(1) *Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 133.

en mouvement à la main la lame noircie qui reçoit les enregistrements et à produire automatiquement, par ce mouvement même, l'inflammation de l'amorce détonante placée à l'extrémité du tube rempli de matière explosive. Des fils conducteurs très fins entouraient le tube, de distance en distance, et étaient parcourus par autant de courants électriques indépendants, aboutissant aux petits électro-aimants enregistreurs de l'appareil. Ces fils étant rompus l'un après l'autre par le passage de la détonation, les enregistreurs donnaient autant de signaux successifs sur la lame noircie de l'appareil. Un diapason vibrant, entretenu électriquement, donnait, en même temps, une échelle des durées sur cette même lame, à côté des signaux enregistrés.

» Pour d'autres expériences, cet appareil a été remplacé par un chronographe de chute, dont M. le colonel Sébert fait également usage pour les expériences balistiques. Dans cet appareil, un poids tombant en chute libre devant une règle noircie entraînait, suivant la loi de la chute des corps, de petits enregistreurs Marcel Deprez, qui étaient mis en relation, comme précédemment, avec des fils conducteurs, répartis de distance en distance sur la longueur des tubes remplis de matières explosives.

» Enfin, dans certains cas, on a fait usage simplement des chronographes Le Boulengé, qui sont si fréquemment employés pour la mesure des vitesses des projectiles. On employait, soit un seul de ces appareils, soit deux appareils semblables conjugués. Dans le premier cas, on mesurait l'intervalle de temps qui séparait la rupture de deux fils conducteurs, entourant les extrémités d'un tube rempli d'explosif. Dans le deuxième cas, on mesurait deux intervalles de temps semblables, correspondant aux durées de détonation de deux portions successives du même tube.

» 1° *Coton-poudre pulvérulent comprimé*. — 1° Dans une première série d'expériences, faites en 1879, la vitesse moyenne, prise sur des tubes de 100^m environ de longueur, a varié de 3903^m à 4267^m par seconde pour les tubes en plomb de 4 millimètres de diamètre extérieur (trois expériences), et de 4818^m à 6238^m pour les tubes en étain de même diamètre (deux expériences). Mais la densité de chargement était plus forte dans ces derniers que dans les premiers; elle était en effet voisine de 1,4 dans les tubes en étain et variait de 0,9 à 1,2 dans les tubes en plomb. Deux conditions simultanées ont donc pu concourir à faire varier la vitesse.

» 2° Dans une seconde série d'expériences, faites en 1884, sur du coton-poudre semblable, à densité variant de 1 à 1,2 et contenu dans des *tubes en plomb*, de 4 millimètres de diamètre extérieur, la vitesse moyenne,

mesurée sur des longueurs de 100^m environ, a varié de 4952^m à 5500^m (9 expériences), et de 4749^m à 5133^m, pour des tubes semblables recouverts de tresse (3 expériences). Ces valeurs ne diffèrent pas sensiblement. Dans un même tube, la vitesse mesurée sur des intervalles successifs de 25^m a varié de 4661^m à 5980^m : il en résulte qu'elle est moindre à l'origine que plus loin, conformément à ce qui se passe dans la période d'état variable qui précède l'établissement de l'onde explosive ([1]). La moyenne générale des vitesses est de 5200^m.

» 3° Avec le même produit contenu dans un *tube d'étain* et ayant généralement une densité un peu plus forte, c'est-à-dire dépassant légèrement 1,2, la vitesse moyenne a varié de 5736^m à 6136^m, pour les tubes de 4 millimètres de diamètre extérieur, et de 5845^m à 6672^m, pour les tubes de 5^{mm},5 de diamètre. Ces derniers résultats montrent que la vitesse croît avec le diamètre, la propagation du phénomène étant ralentie dans les tubes trop étroits; toujours comme pour l'onde explosive ([2]). Il y a pourtant cette différence dans les expériences, que les tubes renfermant les mélanges gazeux détonants subsistent; tandis que les tubes renfermant le coton-poudre sont anéantis par l'explosion : les conditions de propagation sont rendues par là même bien plus compliquées.

» Dans un même tube, la vitesse, mesurée sur des intervalles successifs de 25^m, a varié de 5536^m à 6124^m, dans les tubes de 4 millimètres (extérieur); et de 5634^m à 6095^m, dans les tubes de 5^{mm},5 : accélération conforme à ce qui a été dit plus haut.

» La moyenne générale des vitesses est de 5916^m pour les tubes d'étain de 4 millimètres (extérieur) et de 6100^m pour les tubes de 5^{mm},5.

» La comparaison des résultats de la deuxième et de la troisième série, dans des tubes de même diamètre et avec des densités de chargement à peine supérieures pour l'étain, semble indiquer que la propagation est un peu plus rapide dans les tubes d'étain (5916^m) que dans les tubes de plomb (5200^m); probablement parce que le premier métal résiste un peu plus longtemps que le second à l'effort de l'explosion qui détruit le tube.

» 3° *Coton-poudre granulé.* — Le coton-poudre granulé, placé dans un tube de 4 millimètres de diamètre extérieur, à la densité d'environ 1,1, a donné une vitesse moyenne de 4770^m (1 expérience) par seconde; chiffre qui ne sort pas des limites observées plus haut.

([1]) *Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 160.

([2]) Même Ouvrage, t. I, p. 147.

» Dans un tube en plomb de $5^{mm},5$ (extérieur) à la densité de chargement d'environ 1,3, la même matière a donné une vitesse moyenne de 5406^{m} (1 expérience). Cette vitesse plus grande résulte à la fois de l'accroissement du diamètre et de celui de la densité.

» Enfin dans un tube de $10^{mm},6$ de diamètre extérieur (6^{mm} de diamètre intérieur), à la densité d'environ 0,67, la vitesse moyenne obtenue a varié de 3767^{m} à 3795^{m} (2 expériences). Ce ralentissement résulte de la diminution considérable de la densité de chargement.

» Enfin, il est nécessaire de rappeler ici que M. Abel, en opérant avec le coton-poudre comprimé sec, placé à l'air libre en traînées continues, avait observé des vitesses de 5320^{m} à 6080^{m}. Avec le coton-poudre contenant 20 pour 100 d'eau : 6097^{m}. Avec le coton-poudre nitraté : 4712^{m} et 4865^{m}. Des charges de coton-poudre, placées dans un tube de fer et séparées par des intervalles de 1^{m}, ont donné 1800^{m}; la transmission étant ralentie à cause de la discontinuité.

3° *Amidon-poudre.* — L'amidon-poudre, dans un tube d'étain de 4^{mm} de diamètre extérieur, à la densité d'environ 1,2, nous a donné des vitesses moyennes de 5210^{m} et 5685^{m} (2 expériences).

» Dans un tube d'étain de $5^{mm},5$ de diamètre extérieur, il a donné 5807^{m} (1 expérience) : ce qui indique encore une accélération avec l'accroissement du diamètre.

» Dans un tube de plomb de 4^{mm}, on a trouvé, pour une densité comprise entre 1,1 et 1,2, les vitesses moyennes de 4885^{m} et 4952^{m} (2 expériences); et pour une densité d'environ 1,35, la vitesse 5512^{m} (1 expérience). La vitesse croît donc encore avec la densité de chargement, toutes choses égales d'ailleurs.

» Le premier nombre obtenu avec le plomb, dans des conditions comparables de diamètre et de densité, semble plus faible qu'avec l'étain, métal plus résistant, dans un tube de même diamètre. Mais les procédés employés pour fabriquer ces tubes ne permettent pas de garantir suffisamment l'identité des diamètres intérieurs pour autoriser une conclusion tout à fait certaine. Observons enfin que les chiffres obtenus avec l'amidon-poudre diffèrent peu de ceux du coton-poudre.

» 4° *Nitromannite.* — La nitromannite pulvérulente comprimée, contenue dans des tubes de plomb de 4^{mm} de diamètre extérieur, à la densité d'environ 1,5, a donné des vitesses moyennes comprises entre 6908^{m} et 7137^{m} (3 expériences) : nombres beaucoup plus forts qu'avec le coton-poudre ou l'amidon-poudre pour des densités de chargement voisines.

» La nitromannite granulée, dans un tube semblable, à la densité d'environ 1,9, a donné une vitesse moyenne de 7686^m (1 expérience). Ainsi la vitesse augmente encore ici avec la densité de chargement. C'est d'ailleurs la plus grande vitesse qui ait été observée.

» 5° *Nitroglycérine.* — La nitroglycérine liquide détone difficilement dans des tubes étroits et à basse température. Ainsi il a été impossible de la faire détoner dans des tubes en plomb, de diamètre intérieur inférieur à 3^{mm}, par une température de 12° à 13° environ.

» Dans des tubes en plomb ou en métal anglais, de 3^{mm} de diamètre intérieur et à la température ambiante de 14° environ, la détonation ne se transmettait qu'à faible distance quand les tubes étaient placés à l'ombre; mais elle se transmettait sur toute la longueur quand les tubes étaient restés pendant quelque temps exposés au soleil, qui portait leur température vers 18° ou 20° environ. Cette différence paraît liée avec la viscosité croissante que le liquide prend, à mesure que sa température s'abaisse.

» Dans ces conditions, la vitesse moyenne obtenue a varié de 1078^m à 1286^m (3 expériences); la première valeur a été mesurée par un temps plus froid que la seconde.

Dans une autre expérience, où l'on faisait usage d'un tube de métal anglais de 9^{mm} de diamètre intérieur, la vitesse a été trouvée de 1386^m en moyenne. Rappelons enfin que M. Abel avait trouvé 1672^m, dans des conditions un peu différentes.

» 6° *Dynamite.* — Dans des tubes en métal anglais de 3^{mm} seulement de diamètre intérieur, remplis de dynamite n° 1 de Vonges, la vitesse de propagation a été trouvée comprise entre 2333^m et 2753^m.

» Dans des tubes en plomb ou en métal anglais, de 6^{mm} de diamètre intérieur, elle a été trouvée comprise entre 1916^m et 3180^m. La moyenne générale de ces valeurs est 2668^m. La température extérieure paraît avoir influé sur la valeur de ces résultats, plus que la variation du diamètre.

» Rappelons encore que M. Abel a donné pour la dynamite, en traînées continues à l'air libre, 5928^m à 6566^m. Il a opéré sur des cartouches de 30^{mm} de diamètre, mises bout à bout. Ces nombres sont beaucoup plus forts que les nôtres, sans doute à cause de la grande différence entre le diamètre du cylindre explosif.

» On remarquera dans tous les cas que la détonation se propage beaucoup plus vite dans la dynamite que dans la nitroglycérine; circonstance qui paraît entrer en compte dans la diversité des effets explosifs de ces deux matières : la première étant la plus puissante dans les effets produits à l'air

libre, tels que l'écrasement d'un petit bloc de plomb à l'aide d'une charge posée à sa surface. Au contraire, en vase clos, la nitroglycérine reprend son avantage; ce qui arrive, par exemple, lorsqu'on mesure la force d'un explosif par la grandeur de la chambre développée par son explosion au sein d'un bloc de plomb pesant 175^{kg} (*Sur la force des matières explosives*, t. II, p. 138). La capacité produite à poids égal, par la nitroglycérine pure, surpasse alors d'un tiers celle de la dynamite à 75 centièmes.

» 7° *Panclastite*. — Les expériences avec la panclastite sont très difficiles, à cause de la volatilité du mélange, qui entre en ébullition et produit des projections liquides. On a réussi cependant à mesurer une vitesse de transmission de 4685^{m}, pour le mélange fait à volumes égaux d'acide hypoazotique liquide et de sulfure de carbone, et contenu dans un tube en plomb de 3^{mm} de diamètre intérieur. Dans une seconde expérience, faite dans des conditions analogues, on a obtenu, sur un tube long de 50^{m}, une vitesse de 5470^{m} pour la première moitié du tube et de 6658^{m} pour la longueur totale. Tous ces chiffres sont analogues à ceux du coton-poudre.

» En résumé, d'après les expériences faites sur le coton-poudre principalement, la vitesse croît avec la densité de chargement; elle croît aussi avec le diamètre, du moins dans les limites des tubes très étroits de nos expériences. Elle paraît encore augmenter avec la résistance de l'enveloppe (celle-ci étant pulvérisée par l'explosion). Enfin des mesures comparatives faites avec un tube de 200^{mm} très sinueux, et un autre tube pareil, mais rectiligne, ont donné sensiblement la même vitesse. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De l'épipodium chez quelques Gastéropodes*; par M. H. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Dans un travail étendu, M. Spengel [1] a cru avoir démontré que mes observations sur le système nerveux de l'Haliotide n'étaient pas exactes. Les raisons apportées à l'appui de cette opinion me paraissant peu en rapport avec les faits auxquels on est conduit par la connaissance de la morphologie des Gastéropodes, j'avais conseillé à un jeune anatomiste suisse, qui travaillait dans mes laboratoires maritimes, de vérifier l'assertion de l'auteur allemand.

» M. Wegmann a confirmé de point en point mes observations, et les

[1] Voir SPENGEL, *Geruchsorgan und Nervensystem der Mollusken* (*Zeit. für Wiss. Zool.*, t. XXXV; 1881).

résultats qu'il a obtenus ont été communiqués d'abord à l'Académie, puis publiés en détail dans mes *Archives* (¹).

» Mes recherches, qui datent déjà de longtemps, n'avaient pas été bornées à l'Haliotide; elles avaient été faites à Mahon, dont le port, admirablement riche, m'avait fourni en abondance des Troques, des Fissurelles et des Émarginules. C'est là que j'avais fait les principales dissections ayant servi à mes publications, et que j'avais reconnu une identité de disposition chez les différents Mollusques que je viens d'indiquer.

» Mon dessein étant de publier et de réunir mes diverses Études sur l'ensemble du système nerveux des Mollusques gastéropodes, j'avais retardé la publication des faits relatifs aux animaux que je viens de désigner; mais l'accusation d'erreur qui m'a été adressée m'a fait reprendre la question, et j'ai de nouveau vérifié, à Banyuls et à Roscoff, des observations qui remontent déjà assez loin et dont bien des fois j'ai entretenu les auditeurs de mes cours. Ayant la plus grande foi dans la valeur de la méthode qui m'a guidé, je n'ai jamais pu accepter, *a priori*, que l'imputation qui m'était adressée pût être justifiée.

» La démonstration la plus frappante qu'on puisse donner des idées que je soutiens est celle qu'on peut tirer de l'étude du système nerveux des Troques, des Fissurelles, des Émarginules.

» Quand on observe, dans les aquariums, des Troques bien vivants (et ils restent longtemps très actifs, même dans les vases de petites dimensions, étant très vivaces), on voit sortir entre leur coquille et le bord de leur pied quelques longs filaments blancs, tentaculiformes, très agiles, qui, on peut le dire, s'en vont de chaque côté de l'animal tâtant les corps sur lesquels semble glisser le Mollusque, ou s'agitant dans l'eau comme pour apprécier le milieu où l'être vit.

» Le pied des Troques dépasse de beaucoup la coquille en arrière, et l'on peut distinguer nettement que, sur une bordure formant entre le pied et le manteau un liséré godronné, naissent des tentacules que l'on serait tenté d'appeler tentacules pédieux, tant ils paraissent dépendre directement du pied. Il n'en est rien cependant.

» Dans la Fissurelle on trouve, tout le tour de la base du disque locomoteur, entre lui et le corps, une série de tubercules courts et réguliers, qui occupent la même place que les tentacules longs et effilés des Troques, mais dont le nombre et la grandeur établissent seuls une différence. De

(¹) Voir *Archives de Zoologie expérimentale*, vol. II, 2e série; 1884.

même dans l'Émarginule, avec des différences, encore toutes spécifiques.

» Depuis longtemps déjà la similitude et l'homologie de ces appendices et de ce liséré, avec les mêmes parties chez l'Haliotide, ne font le moindre doute à mes yeux.

» Dans un Mémoire remarquable sur la morphologie des Mollusques, M. Huxley a indiqué, surtout par des figures schématiques accompagnant son travail, une ligne séparant le pied proprement dit de la partie du corps qui lui est supérieure, qu'il nomme *Epipodial line*. C'est plutôt une zone intermédiaire aux deux moitiés superposées de l'être. Il est possible, surtout en s'aidant des figures et des exemples donnés, de concevoir ce qu'il faut entendre par *épipodium*, bien que la définition ne semble pas très précise. C'est évidemment la collerette de l'Haliotide, certains replis ou rangées de tubercules formant une bordure variable au-dessus du disque pédieux.

» Au point de vue morphologique, une question toute naturelle se pose ici : de quel organe ou partie du corps des Mollusques dépend l'*épipodium?*

» Pour résoudre cette question, il est utile de rappeler quelques faits qui doivent servir de point de départ.

» Sur la face dorsale du pied répondant à la cavité générale du corps on voit, dans l'Haliotide, la Fissurelle, l'Émarginule, les Troques, deux gros cordons aplatis se dirigeant vers l'extrémité inférieure du disque charnu locomoteur. Ces cordons naissent au point où pour tous les Malacologistes se trouvent les ganglions pédieux, c'est-à-dire non loin de la bouche, en avant de l'œsophage, là encore où viennent aboutir et se terminer les parties latérales du collier œsophagien.

» J'avais affirmé que chez l'Haliotide ces cordons étaient doubles et formés chacun de deux bandelettes superposées si voisines l'une de l'autre qu'elles paraissent confondues en une seule ; que les dissections minutieuses conduisaient à les dédoubler et à reconnaître que le gros nerf pédieux inférieur était recouvert par l'une des branches des nerfs palléaux destinée à la dépendance du manteau qui n'est autre que l'*épipodium*.

» Les coupes des animaux durcis avaient montré, au contraire, à M. Spengel, à ce qu'il paraît, que j'étais dans l'erreur; M. Wegmann a montré que l'erreur revenait de droit à l'auteur allemand.

» Dans la Fissurelle et l'Émarginule, la même disposition se présente et peut être encore plus évidente et facile à constater. Il suffit de faire macérer les animaux dans la glycérine pour voir, par transparence, la ligne de séparation entre les deux bandelettes, dont l'une est plus près de la ligne mé-

diane; cela se voit surtout quand on enlève toute la masse sous-œsophagienne et qu'on la considère par sa face antérieure.

» Mais dans les Troques (*Trochus magus, T. zizyphinus, T. cinerarius, T. granularis, T. Montacuti*, etc.), la démonstration prend un caractère d'évidence extrême, elle devient élégante par la netteté des résultats qu'elle donne.

» Le système nerveux central de ces animaux est entouré par un névrilème sous et dans lequel se fait un dépôt de matière colorante jaune orangé, qui facilite beaucoup la reconnaissance des ganglions, connectifs et commissures.

» Le grand nerf pédieux postérieur, celui-là même qu'on dit être simple et que j'affirme être double, qui descend du centre pédieux vers le bas, est coloré en jaune comme les ganglions, mais il est doublé en arrière par une bandelette plus ou moins blanche, suivant les espèces. Cette différence de la couleur permet, sans dissection, sans coupes surtout, de distinguer à la simple vue les deux parties constituantes du cordon.

» En suivant les nerfs qui se détachent de ces deux bandelettes, on voit aussi clairement que possible que les origines, comme la distribution, offrent une constance que rien ne fait varier. Ainsi, les nerfs les plus nombreux partent de la bandelette antérieure jaunâtre, et plongent directement dans l'épaisseur du pied, tandis que ceux, bien moins nombreux, naissant sur les côtes de la bandelette blanche postérieure, se dirigent transversalement vers le liséré et les tentacules de l'*épipodium*.

» Il n'y a pas de coupe, fût-elle la plus habilement faite et la mieux réussie, qui puisse infirmer ces résultats, bien suffisants pour indiquer que les deux parties sont distinctes.

» Ainsi, voilà des genres très différents, les Troques et les Haliotides, chez qui des dispositions semblables se rencontrent, et, par conséquent, se confirment.

» Mais, en supposant que le rapprochement des deux bandelettes fût tel que dans une section mince on ne pût distiuguer les membranes névrilématiques qui doivent séparer et différencier les nerfs, serait-il permis d'admettre qu'il n'y a réellement qu'un seul cordon innervant à la fois le pied et les tentacules de l'*épipodium?*

» La loi des connexions ne permet pas d'accepter un seul instant une telle supposition, et la méthode conduisant à rechercher les homologies d'après les relations fondamentales reliant les organes s'oppose à croire à

une erreur dans les interprétations précédentes. Voici pourquoi et comment.

» En partant des ganglions sous-œsophagiens ou cérébroïdes, on peut suivre de chaque côté deux connectifs qui descendent d'abord, puis se portent en avant, se rapprochent et disparaissent enfin dans une masse nerveuse d'où partent les deux bandes ou nerfs que je dis être doubles et que l'auteur allemand affirme être simples.

» Cet amas nerveux est antérieur à l'œsophage et correspond aux ganglions pédieux; ceci ne fait de doute pour personne; partant il ne peut et ne doit donner que des nerfs au pied. Il est impossible qu'il en soit autrement. On sait, en effet, que le centre antérieuro-supérieur symétrique ne donne de nerfs qu'au disque musculaire locomoteur.

» Si donc cet amas ganglionnaire ne représentait que le centre pédieux et ne fournissait que des nerfs au pied, il ne devrait être uni au cerveau ou centre sus-œsophagien que par un seul connectif de chaque côté. Or il en existe deux fort isolés et très distincts. Il y a donc deux colliers œsophagiens, ce qui est général chez tous les Mollusques, et la présence seule des deux connectifs entraîne après elle la présence de deux ordres de centres en avant de l'œsophage.

» Pour n'avoir point tenu compte de ces faits, les principes généraux de la morphologie des Gastéropodes ont été complètement méconnus par l'auteur allemand.

» On doit donc admettre, d'après les lois morphologiques, qu'ici il y a eu une partie du second centre antérieur qui est venue se rapprocher tellement du centre pédieux qu'elle semble s'être fusionnée avec lui, et c'est cette apparente fusion qui a induit M. Spengel en erreur, parce qu'il s'est plutôt laissé guider par des apparences que par les lois de la morphologie.

» En admettant donc, ce qui est la vérité, qu'à la partie postérieure des ganglions pédieux est venue s'accoler une portion des ganglions du groupe asymétrique, tout s'explique et se détermine avec la plus grande facilité; alors on reconnaît dans la bandelette postérieure, non seulement un nerf pédieux, mais encore un nerf palléal, destiné à innerver l'épipodium, que je regarde, d'après celà, comme dépendant du manteau.

» Les choses ne peuvent pas se passer différemment. Jamais, en effet, le centre asymétrique n'envoie un nerf au pied, jamais les ganglions pédieux n'innervent le manteau.

» Ce qui trompe dans les Troques, les Haliotides et les Fissurelles, c'est le rapprochement excessif du centre pédieux et de deux des ganglions de la chaîne transversale asymétrique. Il en est ici comme de la fausse connexion des otocystes et des ganglions pédieux.

» Combien de temps les malacologistes ont-ils pensé que les vésicules auditives étaient suspendues aux ganglions pédieux, se laissant tromper par une apparence causée par un rapprochement anormal! Dans bien des cas il est difficile de suivre le nerf acoustique jusqu'au cerveau, et cependant, toutes les fois que les conditions restent normales, il est toujours possible de prouver que la loi des connexions n'est pas en défaut, comme l'ont prouvé mes recherches.

» Ici de même, quelles que soient les formes du manteau et du pied, que les deux organes se recouvrent, s'unissent ou se miment l'un l'autre rien ne peut s'opposer à leur distinction, car la connaissance des nerfs qui se distribuent dans leur intérieur et qui naissent sur des centres absolument distincts ne peut laisser de doute.

» Les coupes ne montrent que ce qu'elles renferment et leurs interprétations, dérivant parfois d'apparences trompeuses, ne peuvent infirmer les lois fixes et précises de la morphologie.

» En rapprochant ces résultats de ceux que je présenterai ultérieurement, on verra de nouveau se confirmer ces données particulières, qui, isolées en ce moment, prendront une grande valeur dans les considérations générales. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Hyènes de la grotte de Gargas, découvertes par M.* Félix Régnault. Note de M. A. **Gaudry.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie la photographie d'un squelette d'Hyène des cavernes (*Hyæna spelæa*), qui a pu être restauré presque complètement. C'est la première fois, à ma connaissance, qu'on a obtenu un squelette à peu près entier d'une Hyène fossile. Les Hyènes ont été très communes dans les cavernes de la France et de l'Angleterre; elles ont même été trop communes au gré des paléontologistes, car elles ont détruit les os d'un grand nombre d'animaux quaternaires, tantôt les dévorant, tantôt les rongeant au point de les rendre méconnaissables. Comme elles n'ont point épargné les os de leur propre espèce, on n'en rencontre le plus souvent que des parties très incomplètes.

» Voici dans quelles circonstances a été conservé le squelette entier

dont je présente la photographie. Il y a dans les Hautes-Pyrénées, non loin de Montréjeau, une grotte vaste et belle, célèbre par ses légendes, qu'on appelle la grotte de Gargas; ce sont MM. le Dr Garrigou et de Chastaigner qui ont les premiers attiré sur elle l'attention des savants. Dans ces derniers temps, M. Félix Régnault, déjà connu par des recherches sur le préhistorique, en a entrepris une exploration détaillée. Ses fouilles ont duré toute une année. Vers le fond de la grotte, se trouve un puits à parois verticales, qui n'a pas moins de 20m de profondeur; on le connaît sous le nom des *Oubliettes de Gargas;* personne n'y avait encore pénétré.

» N'écoutant que son dévouement à la Science, M. Félix Régnault a réuni des échelles de corde, et il est descendu au fond du puits. Il a eu la surprise d'y trouver des squelettes entiers d'Ours grands et petits, de Loups et d'Hyènes. Ces animaux sont-ils arrivés dans le puits à l'état vivant ou y sont-ils tombés après leur mort? Je ne saurais le dire, mais il me paraît vraisemblable que, si leurs squelettes sont restés intacts, c'est parce que les Hyènes n'ont pu venir dévorer les cadavres au fond d'un trou de 20m de profondeur.

» M. Félix Régnault, par l'entremise de M. Louis Lartet, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, m'a prié d'examiner les débris des Hyènes de Gargas; il m'a envoyé au Muséum des échantillons aussi bien conservés que pourraient l'être des pièces d'animaux actuels; l'Académie s'en rendra compte par les têtes que je place sous ses yeux.

» L'examen des échantillons de M. Régnault et des morceaux fossiles de divers pays que possède le Muséum de Paris confirme la croyance que l'Hyène des cavernes est la même espèce que l'Hyène tachetée aujourd'hui vivante dans l'Afrique australe (*Hyæna crocuta*)(1). Les mêmes particularités qui distinguent l'Hyène tachetée de l'Hyène rayée (*Hyæna striata*) caractérisent l'Hyène des cavernes. Comme l'Hyène tachetée, l'Hyène des cavernes est plus grande et plus forte que l'Hyène rayée; son crâne est un peu plus large proportionnément à sa longueur; ses humérus ont un trou olécranien qui manque ou est très petit dans les squelettes d'Hyène rayée du Muséum. Ainsi que dans l'Hyène tachetée, les prémolaires sont plus hautes, moins longues, plus rondes, plus épaisses proportionnément à leur longueur que dans l'Hyène rayée, indiquant au suprême degré une dentition destinée à broyer des os; au contraire, les carnassières sont notablement plus

(1) M. Boyd Dawkins, qui a si bien étudié les animaux quaternaires de la Grande-Bretagne, a adopté la même opinion.

longues; la carnassière supérieure a des lobes plus inégaux, le premier lobe étant plus petit et le troisième plus grand; la carnassière inférieure a un plus petit talon, et est dépourvue, au second lobe, du fort denticule qui caractérise l'Hyène rayée. Les tuberculeuses supérieures, bien qu'absentes sur les crânes que j'ai vus, montrent, par la petitesse de leur alvéole, qu'elles ressemblaient à celles de l'Hyène tachetée et différaient des longues tuberculeuses de l'Hyène rayée. Enfin les dents de l'Hyène des cavernes et de l'Hyène tachetée ayant une épaisseur inusitée chez les carnassiers, les os des mâchoires qui logent ces dents sont plus gros que dans l'Hyène rayée.

» Je ne parle pas ici de l'Hyène brune (*Hyæna fusca*), parce qu'elle a des caractères moins tranchés, formant la transition entre les Hyènes tachetées et rayées. D'après ce que j'ai observé dans le Muséum de Paris, l'Hyène brune serait une Hyène rayée où la carnassière inférieure a perdu le denticule interne du second lobe; un des spécimens du Muséum a encore des traces de ce denticule; sur un autre spécimen, il a disparu complètement. L'Hyène des cavernes présente les caractères de l'Hyène tachetée d'une manière très accusée et plutôt exagérée; on ne peut donc la confondre avec l'Hyène brune.

» En comparant les crânes de Gargas avec ceux de l'Hyène tachetée, je vois que, en avant de la crête sagittale, les frontaux sont plus excavés et présentent une rainure plus marquée que dans les Hyènes tachetées du Muséum; mais M. le Dr Garrigou m'a dit qu'il possédait un crâne d'Hyène de Gargas qui n'avait pas une semblable rainure.

» Un des crânes de Gargas a, comme celui de l'Hyène trouvée autrefois dans la grotte de l'Herm par M. Filhol, un peu plus de largeur que dans les Hyènes tachetées du Muséum; mais un autre crâne de Gargas a les mêmes proportions que dans l'espèce vivante.

» Sur deux mâchoires d'Hyènes de Gargas, le talon de la carnassière inférieure est un peu plus fort que dans l'Hyène tachetée actuelle; mais, sur une troisième mâchoire, il est tout semblable.

» Deux mandibules de l'Hyène de Gargas ont au second lobe de la carnassière inférieure un rudiment du denticule qui caractérise l'Hyène rayée; mais il est à peine sensible et ne peut avoir grande importance, car, sur une même mâchoire, on voit d'un côté une carnassière qui a ce rudiment de denticule, et, de l'autre côté, une carnassière qui en est dépourvue.

» L'Hyène des cavernes du midi de la France est à peine plus grande que l'Hyène tachetée; la différence a été insignifiante, au lieu qu'elle a été

considérable entre la plupart des Ours des cavernes et l'Ours brun des Alpes, entre certains Lions des cavernes et le Lion actuel.

» La seule particularité de quelque importance que j'aie su découvrir dans notre Hyène des cavernes, c'est qu'à grandeur égale les os sont plus gros; ce devait être une bête plus lourde que les Hyènes actuelles; on peut donc en faire une race particulière sous le nom de *Hyæna crocuta* (race *spelæa*); on n'a pas, je pense, dans l'état de nos connaissances, le droit d'en faire une espèce distincte.

» Il y a lieu de s'étonner que l'Hyène ordinaire du quaternaire de notre pays ne soit pas l'Hyène rayée d'Algérie; mais l'Hyène tachetée, qui se plaît surtout dans l'Afrique australe, et ne dépasse point le 17e degré de latitude nord. On peut croire, du reste, que l'Hyène tachetée s'est accommodée aux changements de climats, car Brehm prétend qu'on la trouve dans les montagnes de l'Abyssinie, jusqu'à une altitude de 4000^m au-dessus du niveau de la mer. »

Sur l'Annuaire de l'observatoire de Rio Janeiro, offert à l'Académie au nom de S. M. l'Empereur du Brésil; par M. **Faye**.

« Je dois faire à ce sujet des excuses à nos Confrères. Il y a plusieurs mois que ce Volume, ainsi que l'intéressante Notice de M. Morize (*Comptes rendus* de la dernière séance), est parvenu à Paris. Malheureusement j'étais alors en déplacement hors de ville et, faute de direction, cet envoi est resté longtemps oublié dans mon appartement de Paris. Ce n'est qu'à mon retour que je l'ai trouvé; je regrette d'autant plus de ne l'avoir pas signalé en temps opportun à l'Académie, que la publication de cet Annuaire, entreprise toute nouvelle au Brésil, est appelée à rendre service à la Science et à favoriser l'extension des observations sur la Physique du globe dans ce vaste empire. J'y signalerai particulièrement d'excellentes Tables de réduction pour les observations, et de précieux documents sur les coordonnées géographiques des points principaux du Brésil, l'altitude des points habités et des chaînes de collines ou de montagnes, les chemins de fer et le cours des fleuves et rivières, en tête desquels figure le fleuve géant des Amazones.

» Toutes les mesures, tous les tableaux sont exprimés en unités métriques, adoptées depuis longtemps au Brésil, qui, du reste, tient à honneur de marcher en tête de la civilisation dans le Nouveau Monde.

» La publication annuelle du nouvel Annuaire, par les soins de M. Cruls, l'habile directeur de l'Observatoire impérial, en secondera certainement les progrès. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelle machine frigorifique, fondée sur l'emploi de phénomènes physico-chimiques.* Note de M. R. Pictet.

« Dans les machines frigorifiques actuelles, fonctionnant au moyen de liquides volatils simples, comme l'ammoniaque, l'éther sulfurique ou méthylique, l'acide sulfureux, on utilise, comme source de froid, le passage de l'état liquide à l'état gazeux, sans qu'aucun phénomène chimique intervienne. J'ai donné, dans une Note précédente, la relation qui lie les variations de température de ces liquides avec les tensions de vapeur correspondantes. Cette relation montre que, quel que soit le liquide volatil, le nombre de kilogrammètres dépensés par la pompe de compression de la machine frigorifique est constant, pour un même écart de température entre le condenseur et le réfrigérant de l'appareil frigorifique, et un même effet frigorifique. Les différents systèmes de machines ne diffèrent que par les tensions absolues des vapeurs, sur les deux faces du piston compresseur, et par des détails dans le dispositif.

» Une théorie entièrement nouvelle apparaît lorsque, au lieu d'employer un liquide volatil unique et fixe, on emploie un liquide volatil *susceptible de se dédoubler en deux ou plusieurs liquides volatils, par le simple fait d'un abaissement de température.* En d'autres termes, si l'on peut trouver deux ou plusieurs liquides volatils, qui s'associent ensemble d'autant plus intimement que la température s'élève davantage (entre certaines limites) et qui se dissocient plus ou moins complètement aux basses températures, la relation entre les tensions maxima des vapeurs émises par ce mélange et les températures correspondantes diffère absolument de celle qui est commune à tous les liquides volatils simples.

» Pour fixer les idées, et montrer comment cette conception théorique vient d'être sanctionnée par la pratique, j'exposerai d'abord quelques considérations générales sur les relations qui existent entre les liquides volatils, leur température d'ébullition et leur constitution chimique.

» En utilisant les méthodes graphiques pour l'étude de ce problème, nous pouvons formuler la loi générale suivante : Lorsqu'on associe de l'oxy-

gène à une molécule quelconque d'un liquide volatil, on diminue toujours son pouvoir volatil, et la température du point d'ébullition du nouveau liquide s'élève. Cette fixation de l'oxygène peut être physique ou chimique, par dissolution ou par combinaison.

» *Exemples*. — L'oxyde de carbone bout à — 140°, l'acide carbonique bout à — 75°, et l'eau de Seltz ordinaire n'est que l'association, par dissolution, de l'oxyde d'hydrogène à l'acide carbonique.

» L'acide sulfureux bout à — 10°, l'acide sulfurique anhydre bout à + 32°, et l'acide sulfurique hydraté bout à + 326°.

» L'éther sulfurique bout à + 35°,5, l'alcool absolu correspondant, dont la molécule a plus d'oxygène, bout à + 78°,3, l'alcool hydraté bout à des températures supérieures à 78°,3.

» L'azote bout à — 180°, l'acide hypoazotique à + 25°, l'acide azotique à + 50°, le même monohydraté à + 85° et quadrihydraté à 123°.

» Le chlore bout à — 40°, l'acide hypochloreux à + 20, et l'acide chlorique à 137°,5.

» En résumé, l'association de l'oxygène a diminué, atténué le pouvoir volatil des liquides primitifs.

» J'ai appliqué cette loi à l'acide carbonique.

» En oxydant par voie de dissolution l'acide carbonique, on produit toute une série de liquides volatils dont les points d'ébullition s'échelonnent entre — 71° et — 7°,5. J'ai oxydé l'acide carbonique en l'associant à l'oxyde du soufre, et voici les symboles qui représentent ces diverses combinaisons avec leur température d'ébullition.

	Température d'ébullition.		Température d'ébullition.
$C^{40}O^{82}S$ (acide carbonique presque pur)	— 71°	CO^6S^2	— 15°
$C^{30}O^{62}S$	— 54	CO^8S^3	— 12
$C^{20}O^{42}S$	— 41	$CO^{10}S^4$	— 9,5
$C^{10}O^{22}S$	— 26	$CO^{12}S^5$	— 8,6
CO^4S	— 19	$CO^{14}S^6$	— 8
		$CO^{16}S^7$	— 7,5

» On peut donc constituer un liquide quelconque, entrant en ébullition à n'importe quelle température comprise entre — 71° et — 7°.

» De plus, voici la propriété générale de tous ces liquides : aux températures élevées, l'association des composants est complète; aux basses températures, le liquide volatil se décompose en une série de liquides intermédiaires, émettant chacun des vapeurs pour son compte.

» Si l'abaissement de température est très considérable, à —30° ou —40°,

les liquides volatils $CO^{12}S^5$, $CO^{16}S^7$, CO^2S^3 se décomposent d'une manière visible dans le matras de verre où ils sont scellés, et l'on voit apparaître une émulsion blanchâtre dans toute la masse du liquide, émulsion qui se transforme, après un certain temps, en deux ou trois liquides transparents, séparés par des nappes horizontales, les liquides s'étageant par ordre de densité. Nous n'avons pas encore pu analyser ces liquides, mais nous communiquerons bientôt le résultat de ces recherches.

» Il résulte de cet ensemble de faits une anomalie apparente, très extraordinaire, quant à la courbe des tensions maxima des vapeurs émises par ces liquides mixtes. En effet, plus la température s'abaisse, plus le liquide primitif se décompose en liquides élémentaires volatils, émettant chacun des vapeurs : la somme de toutes ces tensions élémentaires est bien plus considérable que celle qui correspondrait à un liquide fixe unique. Par contre, aux températures supérieures, tous ces liquides se combinent en un seul ; la tension maximum des vapeurs est sensiblement réduite sous l'influence des affinités qui se développent.

» Pour mettre ce point tout à fait en lumière, car il est le but essentiel de cette Communication, je donne ci-après les tensions de vapeurs du liquide dont le symbole est SCO^4, comparativement à celles de SO^2 seul.

Températures.	SCO^4.	SO^2.	Températures.	SCO^4.	SO^2.
o	atm	atm	o	atm	atm
— 30	0,77	0,36	+ 10	2,55	2,35
— 25	0,89	0,05	+ 15	2,98	2,60
— 20	0,98	0,61	+ 20	3,40	3,30
— 19	1,00	0,63	+ 25	3,92	3,8
— 15	1,18	0,76	+ 30	4,45	4,6
— 10	1,34	1,00	+ 35	5,05	5,3
— 5	1,60	1,25	+ 40	5,72	6,2
0	1,83	1,51	+ 45	6,30	7,2
+ 5	2,20	1,90	+ 50	6,86	8,3

» Il ressort donc, de tout ce qui précède, une conséquence très considérable comme résultat pratique. Si l'on introduit dans une machine frigorifique le nouveau liquide volatil SCO^4, la tension des vapeurs dans le réfrigérant sera très supérieure à celle de l'acide sulfureux pur, tandis que la tension à la compression, dans le condenseur où les vapeurs repassent à l'état liquide, sera sensiblement moindre que celle des vapeurs d'acide sulfureux. Le piston compresseur recevra ainsi une poussée plus forte à l'aspiration, moins forte à la compression, d'où résultera une grande économie dans le travail nécessaire pour le fonctionnement de la pompe. C'est

le travail dû aux actions physico-chimiques, associant les liquides élémentaires, qui soulage directement le moteur mécanique extérieur.

» La formation de ces nouveaux liquides volatils, leurs propriétés physico-chimiques, ouvrent donc une voie nouvelle aux appareils destinés à produire les basses températures et à les utiliser industriellement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur les traitements des vignes par le sulfure de carbone.* Note de M. P. de Lafitte. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« Quelles que soient les conséquences heureuses qu'il est permis d'attendre de la destruction de l'*œuf d'hiver* du Phylloxera, il ne faut abandonner aucun des traitements pratiqués avec succès pour la défense de nos vignes. Il faut, au contraire, s'efforcer de la perfectionner, mais en se tenant en garde contre des théories superficielles.

» Dans sa Note du 5 janvier, M. Boiteau insiste avec raison sur les avantages que peut offrir l'emploi des charrues sulfureuses, mais il n'apporte peut-être pas dans l'expression de ses idées toute la prudence nécessaire. M. Boiteau écrit :

« Ces machines produisent une grande économie de main-d'œuvre, mais ont encore d'autres avantages. Ainsi, le sulfure appliqué à la machine donne, avec la même quantité, des effets bien supérieurs à ceux qu'on obtient avec les injecteurs à main. On a encore la facilité de pouvoir opérer en toute saison, et surtout pendant l'été [1]. »

» Sauf la première phrase, rien de tout cela n'est exact. Quelques terrains, par exemple les terrains sablonneux, restent suffisamment meubles en été pour être travaillés à la charrue; mais c'est l'exception. Dans les terres compactes, comme les terres argileuses, pour tracer en été un sillon de $0^{m},10$ à $0^{m},12$ de profondeur, il faut atteler à la charrue deux et trois paires de bœufs, quelquefois davantage : en 1884, la sécheresse du mois de novembre a fait suspendre tout travail à la charrue dans la plupart des terres. En 1882, au Concours de charrues sulfureuses de Mirande, vers le commencement de l'été, on avait choisi la vigne la plus favorable qu'on

---

[1] *Comptes rendus*, 5 janvier 1885, p. 32, au milieu.

eût pu trouver dans les environs, et cependant l'opération a été des plus laborieuses. En été, le pal sera généralement d'un usage plus facile que la charrue, grâce à un artifice fort simple : on se sert d'un avant-pal, simple barre de fer, pour creuser les trous dans lesquels on introduit le pal pour faire les injections.

» M. Boiteau me semble encore avoir abandonné prématurément ses anciennes opinions, en disant que « le sulfure doit être déposé dans les » couches relativement supérieures du sol, pour produire son maximum » d'effet. » Que d'exemples prouvent le contraire ! Avec les pals, on injecte le sulfure à $0^m,35$ ou $0^m,40$; est-ce donc qu'on ne puisse pas faire autrement ? On s'épargnerait, au contraire, une bonne moitié du travail, en n'enfonçant l'instrument qu'à $0^m,12$ ou $0^m,15$. Si l'on va plus profondément, c'est qu'une pratique constante a appris la nécessité de le faire. Parfois un sous-sol impénétrable au pal a obligé de s'arrêter à cette petite profondeur : les traitements dans ce cas ont *toujours* échoué. Ce qui est vrai, c'est que la charrue sulfureuse *ne peut pas* aller plus bas, parce que l'on risquerait de trancher tout un étage de racines. C'est là le défaut capital de ces instruments ; mais ce n'est pas une raison d'y renoncer, parce que l'économie de main-d'œuvre, de temps et d'argent est une considération de premier ordre.

» M. Boiteau paraît recommander les traitements d'été :

« ... Par ces moyens on arrive également, et d'une manière tout à fait directe, à la suppression presque complète de l'œuf d'hiver, surtout lorsqu'on opère pendant l'été, au moment où se fait l'évolution des insectes ailés (¹). »

» A mon avis, les traitements d'été, là où on peut les faire, sont de beaucoup les moins bons. En été, les œufs fourmillent, et l'Académie connaît les belles expériences de M. Balbiani sur la vitalité des œufs du Phylloxera et leur résistance aux insecticides (²) :

« Parmi les causes qui rendent le succès (des traitements) incomplet, celle qui doit se présenter le plus souvent, et dont l'action n'a pas été, selon moi, suffisamment appréciée jusqu'ici, est la résistance des œufs, bien autrement grande que celle des insectes... contre les agents extérieurs naturels, et trop souvent aussi, malheureusement, contre les insecticides les plus variés (³). »

» M. Balbiani a reconnu, en outre, que des doses élevées d'une vapeur

---

(¹) *Comptes rendus*, 5 janvier 1835, p. 32, au premier tiers.
(²) *Ibid.*, 2ᵉ semestre 1876, p. 954, 1020 et 1160.
(³) *Ibid.*, p. 954, en haut.

toxique, mais agissant pendant un court espace de temps, sont bien moins efficaces que des quantités, même très faibles, dont l'action serait lente et durable, et il conclut que le moment le plus favorable pour l'emploi du sulfure de carbone est la saison froide, pendant laquelle les vapeurs persistent plus longtemps dans le sol. M. Balbiani continue ainsi :

« Ce qui plaide encore en faveur de cette dernière époque, c'est la rareté, sinon l'absence totale des œufs. Or cette condition me paraît si essentielle au succès du traitement, que je la considère comme tout à fait décisive dans le choix du moment le plus opportun pour l'application du remède. La Commission de l'Académie avait indiqué la fin de l'hiver ou le commencement du printemps ; je suis heureux de me rencontrer ici avec elle pour conseiller la même époque ([1]). »

» Cette raison n'est pas la seule. En été, des légions d'insectes quittent les racines, viennent à la surface du sol, même sur les feuilles, qui peuvent leur servir de nourriture. Un traitement d'été ne les atteint point, et il n'est pas nécessaire que leur séjour au dehors soit bien long, puisque, dit M. Boiteau : « pendant l'été les vapeurs de sulfure disparaissent rapide-
» ment du sol ; et souvent, vingt-quatre ou quarante-huit heures après, on
» n'en constate plus de traces » ; cela peut être vrai lorsque le sulfure est déposé dans les couches superficielles du terrain.

» Comment donc M. Boiteau peut-il assurer que les traitements d'été supprimeront l'œuf d'hiver, alors que les essaims se montrent dès la première quinzaine de juillet, et peuvent se succéder jusqu'au mois d'octobre? Il y a plus, et je demande la permission d'insister sur ce point pour faire disparaître, s'il est possible, une objection qui renaît sans cesse : les insectes issus, en première année, de l'*œuf d'hiver*, par générations provenant les unes des autres, peuvent, avant de passer aux racines, séjourner jusqu'en septembre sur les feuilles, à l'abri de tout traitement souterrain. Ainsi, dans la vigne en expérience du domaine de la Paille, on a vu les galles se multiplier jusqu'en septembre. Mais, quand on ne voit pas de galles? objecte-t-on. Je l'ai rappelé bien des fois, la galle n'est pas nécessaire pour que l'insecte vive, et en voici la preuve : après avoir annoncé à l'Académie qu'il a réussi à faire du Phylloxera radicicole un animal à vie aérienne, M. Balbiani ajoute (je souligne quelques passages) ([2]) :

» ... C'est ce que je crois du moins pouvoir conclure en le voyant *grossir, muer et*

([1]) *Comptes rendus*, p. 1165, en haut.

([2]) *Ibid.*, 2e semestre 1874, p. 992, en bas.

pondre sur les feuilles et les tiges de la vigne après avoir été transporté sur ces parties, comme il le fait sur les racines.... Chose remarquable, dans cette nouvelle condition d'habitat, *l'insecte ne s'enferme pas dans l'intérieur d'une galle, comme fait le Phylloxera gallicole des vignes américaines; mais il se tient à nu à la face inférieure des feuilles, à la manière du Phylloxera du chêne.* J'ai pu rendre témoins de cette expérience MM. Ch. Martin et Ch. Rouget; j'ai été assez heureux pour la faire constater par MM. les professeurs C. Vogt, de Genève, et Targioni-Tozzetti, de Florence, venus... (la vigne qui a servi à l'expérience est un jeune plant d'Aramon). »

» Les traitements d'été ne sont admissibles que si l'état du terrain, en hiver, ne permet pas d'en faire d'autres, et dans quelques cas très rares... ».

M. **Monserratte** adresse, de Ciudad-Bolivar (Venezuela), par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une nouvelle Note sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la vingtième année (1884) du « Journal du Ciel », publié par M. *J. Vinot*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Encke, faites à l'Observatoire de Paris* (équatorial de la tour de l'Ouest); par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1885.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ — ☆.	Déclinaison ☄ — ☆.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Fév. 5	*a* Anonyme............	11	— 0.10,57	+ 3.44,5	20:16
7	*b* 5202 BD + 6°.........	9,5	+ 0.26,13	+ 7.27,3	16:16
7	*c* 5201 BD + 6°.........	9,5	+ 0.48,38	— 2.38,9	18:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1885.	Etoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Fév. 5....	*a*	23.39.16,5	—0,41	+6.52.50	— 0,2	Rapp. à 5190 BD + 6°.
7....	*b*	23.41.44,3	—0,41	+7. 0.23	— 0,4	B.D.
7....	*c*	23.41.24,0	—0,41	+7. 8.17	— 0,3	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1885.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log fact. parall.
	h m	h m s		° ′ ″	
Fév. 5.......	6.40.41	23.39. 5,5	$\bar{1}$,537	+ 6.56.34	0,796
7.......	6.39.36	23.42.10,0	$\bar{1}$,541	+ 7. 7.50	0,795
7.......	7. 6.29	23.42.12,0	$\bar{1}$,564	+ 7. 5.38	0,801

» *Remarques.* — L'étoile anonyme *a*, du 5 février, a été rapportée à 5190 BD + 6°, au moyen de l'équatorial; par 3,2 comparaisons j'ai obtenu

$\star a - \star$ 5190 BD + 6°........ $+1^m 34^s,33$ $-2' 14'',4$

» *Février* 7. — La comète est une nébulosité brillante, sans queue, à peu près ronde, de 2′ de diamètre, dont l'éclat décroît à peu près régulièrement de la partie centrale au bord. Elle a un petit noyau, qui n'est pas au centre de la nébulosité, mais qui, par rapport à ce centre, passe le dernier et est un peu plus boréal. C'est à cette partie plus brillante que se rapportent les mesures. »

ASTRONOMIE. — *Sur quelques anomalies singulières de l'aspect de Saturne, observées récemment.* Note du P. Lamey, présentée par M. C. Wolf.

« Le globe de Saturne présente, en général, l'aspect de bandes sombres et brillantes nettement parallèles à l'équateur. Cependant les observations de W. Herschel, de Bond, du Rév. Webb et d'autres sans doute, montrent qu'il n'en est pas toujours ainsi. Comme ces irrégularités ne paraissent pas avoir été jusqu'à ce jour étudiées avec attention et représentées avec détails, je crois à propos de signaler à l'Académie leur réapparition actuelle.

» Plusieurs dessins de la planète, pris à Grignon les 4, 6, 7 et 12 février 1884, présentent le parallélisme des bandes tel qu'on le figure ordinairement. Mais le 11 avril dernier, examinant de nouveau la planète, je fus immédiatement frappé par la présence d'un double système de bandes curvilignes, sensiblement parallèles entre elles, tout en formant avec l'équateur des angles de 10° à 50° environ. Le lendemain je constatai encore des anomalies du même genre, modifiées toutefois en tant qu'intensité et situation; Saturne disparut bientôt dans les nuages de l'horizon et je n'ai pu le réobserver que six mois plus tard.

» D'après cette observation et les dessins très soignés que j'ai exécutés depuis, aux dates des 21 et 23 octobre, 1[er] et 8 novembre, 29 décembre 1884, 4, 26 et 28 janvier 1885, je décrirai ainsi l'ensemble des apparences observées. La bande brillante de l'équateur est constituée par une série de balles ou bourrelets, rappelant beaucoup les taches blanches équatoriales de Jupiter, surtout lorsqu'elles se trouvent agglomérées et juxtaposées les unes contre les autres; les balles saturniennes en diffèrent principalement parce qu'elles semblent s'élever à un niveau bien supérieur; deux fois cette surélévation se manifestait, à l'intérieur obscur des anses, par un léger mais très perceptible renflement dans le contour du disque. Ces balles, plus ou moins comprimées les unes contre les autres le long de l'équateur, se soudent quelquefois entre elles pour former la zone uniformément brillante bien connue; du moins, les lignes de séparation, souvent orientées dans une même direction, s'atténuent tellement à l'équateur qu'elles cessent d'être perceptibles; au-dessus elles s'élargissent au contraire pour former une zone sombre bien visible. La délimitation des deux zones est donc caractérisée par des découpures arrondies, primitivement larges et profondes et variant selon le nombre et les dimensions des balles équatoriales. Ces découpures se subdivisent en festons et sous-festons, dont le nombre a augmenté et la profondeur diminué dans une proportion très marquée depuis six mois. Ces découpures sont remplies par une matière sombre, qui, sans transitions bien sensibles, va s'étendre jusqu'au pôle; sa teinte grise tirait souvent vers le bleu. Vers la zone brillante de l'équateur, cette matière sombre affecte une apparence saisissante d'affaissement et forme une zone obscure, primitivement très irrégulière, laquelle est actuellement en voie de revenir à son alignement accoutumé. Cette zone présente des détails embrouillés, insaisissables peut-être à cause de leur instabilité, mais qui m'ont paru généralement granulés et quelquefois stratifiés. A partir de cette région jusqu'au pôle on constate les traits sombres curvilignes qui, dès le 11 avril dernier, ont été les premiers à éveiller mon attention. Depuis ils ont perdu beaucoup de leur intensité et sont devenus moins amples et plus nombreux; ces jours derniers les grands étaient seuls bien perceptibles. Ce sont des arcs de cercles de 80° à 140° au plus d'amplitude; le rayon des plus grands ne dépasse guère le quart de celui de la planète. Ces arcs ou hémicycles, toujours très nébuleux, sont parfois bordés d'une région relativement brillante, mais les traits sont toujours si estompés qu'il serait précaire de hasarder une idée sur la nature de ces formations. En tout cas, ces hémicycles sont en relation intime avec les balles équato-

riales, comme l'indique le Tableau suivant de la variation numérique de ces éléments selon les époques d'observation.

Dates.	Balles.	Hémicycles.
11 avril 1884........	4 à 5	3 à 4
21 octobre 1884......	5 à 6	5 à 7
25 »	6 à 7	9 à 10
1er novembre 1884....	8 à 13	10 à 13
8 »	9 à 18	10 à 12
29 décembre 1884....	7 à 14	11 à 15
4 janvier 1885......	7 à 13	12 à 14

» J'ai eu soin de faire contrôler ces observations par deux de mes collaborateurs; l'un n'a pu constater que des irrégularités insaisissables pareilles à un bouillonnement; l'autre a tout bien vu comme je viens de le décrire, même avec un petit équatorial de 4 pouces d'ouverture; avec le 6 pouces dont je me suis servi, les apparences étaient naturellement bien plus sensibles.

» Dans le cours de ces observations j'ai eu l'occasion de constater, pour les anneaux et l'ombre portée sur eux par le globe de Saturne, des variations de forme et d'éclat au moins aussi accentuées que celles signalées dernièrement par M. Trouvelot dans les *Comptes rendus* et le *Bulletin astronomique*. Mais, quant à l'anneau crêpé intérieur, il ne m'a jamais présenté la régularité géométrique figurée sur tous les dessins que j'ai vus jusqu'à présent. A droite de l'image renversée, il paraissait formé de boursouflures nuageuses, nettement terminées sur les bords par des filaments lumineux, tandis que les régions centrales étaient si obscures que l'ensemble de l'anneau devenait presque invisible de temps en temps, de ce côté. Du côté gauche, l'anneau était constamment plus lumineux, plus facilement visible; quant aux boursouflures, elles étaient certainement moins accentuées et ne possédaient jamais une aussi grande amplitude que vers l'anse orientale. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances solaires, faites à l'Observatoire du Collège romain, pendant l'année* 1884. Lettre de M. P. TACCHINI à M. le Président.

« Rome, 6 février 1885.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie une première Note sur nos observations des protubérances solaires, pendant l'année 1884. Le nombre des jours d'observations a été considérable; il est de 242 jours, assez bien

partagés entre les différents mois. Voici les résultats relatifs au nombre et à la grandeur des protubérances :

1884.	Nombre des jours d'observation.	Protubérances Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne
			"	o
Janvier........	18	7,6	44,2	2,1
Février	18	9,4	46,0	2,7
Mars	22	13,6	47,4	2,6
Avril	17	11,9	46,1	2,5
Mai	20	11,3	47,0	2,7
Juin	18	12,6	47,9	2,6
Juillet	29	11,7	47,8	2,5
Août	29	12,9	49,0	2,5
Septembre.....	22	10,4	46,7	2,3
Octobre.......	20	13,0	47,1	2,4
Novembre	16	9,1	46,3	2,7
Décembre	13	8,5	47,4	2,5

» On voit donc que, après un petit nombre de protubérances observées en janvier et même en février, le nombre a été en augmentant rapidement pendant le mois de mars, et le phénomène est resté ensuite assez uniforme jusqu'au mois d'octobre. Une série comparable ne se retrouve que dans nos observations de l'année 1881, et encore la moyenne en 1881 est-elle un peu inférieure à celle de 1884. Nous pouvons en conclure que le phénomène des protubérances solaires est arrivé à son maximum en 1884, à la suite du minimum qui s'est produit en 1879.

» Pour mieux comparer les variations du phénomène des protubérances avec les autres phénomènes de la période 1880-1884, il convient de remarquer que le phénomène des protubérances n'est pas continu. Dès lors, pour faire disparaître les anomalies inévitables, qui peuvent même être dues à des différences dans les nombres de jours d'observations, j'ai pris, au lieu de la moyenne ordinaire, des moyennes de trois mois. Avec la série compensée de cette manière, j'ai tracé une courbe : elle présente, pour les protubérances, trois minima, savoir en juillet 1880, septembre-octobre 1881, et mars 1884; le dernier est le maximum absolu. La plus grande constance du phénomène correspond aux années 1882-1883. Il semble donc en résulter que le maximum des protubérances s'est produit, comme dans la période précédente, après le maximum des taches, et peut-être même une plus grande activité dans l'atmosphère solaire pourrait-elle se manifester dans l'année courante.

» Cette dernière supposition semble justifiée par des observations récentes, que j'ai faites le 30 janvier 1885 : j'ai vu, le matin, deux protubérances dont la hauteur était de 214″ et 318″ : ces protubérances énormes sont représentées dans un dessin, que j'adresse à l'Académie. Elles s'étendaient, en latitude, entre 0° et + 9°,3, comme les facules de la tache qui les précédait. Cette tache était à peine visible sur le bord du Soleil le 29; la chromosphère était à l'état normal près de la tache même. Le 31, mauvais temps. Le 1er février, de belles facules suivaient la tache et s'étendaient jusqu'à — 20°. Le 2 et le 3, mauvais temps. Le 4, dans la région faculée, nous avons trouvé un magnifique groupe de taches, qui me semble correspondre à la région des protubérances du 30 janvier.

» J'ai dit, autrefois, que les aurores boréales et le magnétisme terrestre doivent être plutôt en relation avec les protubérances solaires qu'avec les taches : les observations faites en 1884 font voir, en effet, une correspondance assez satisfaisante entre la fréquence des protubérances et les oscillations diurnes de la déclinaison, observées à Milan. Voici les données qui m'ont été communiquées par M. Schiaparelli, et notre série compensée, même avec les observations de janvier 1885 :

1884.	Fréquence des protubérances.	Oscillation diurne de la déclinaison.	Fréquence des taches.
Janvier	8,6	5,33	31,1
Février	10,2	7,68	29,6
Mars	13,6	11,52	30,3
Avril	12,3	13,51	27,2
Mai	11,9	10,62	24,2
Juin	11,9	12,11	20,6
Juillet	12,4	10,05	20,0
Août	11,7	9,52	20,7
Septembre	12,1	10,23	21,0
Octobre	10,8	9,29	17,8
Novembre	10,2	5,86	17,3
Décembre	8,1	3,62	16,5

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe solaire déduite des épreuves daguerriennes de la Commission française du passage de Vénus de 1874 : nouveau mode de discussion, comprenant la presque totalité des observations.* Note de M. **Obrecht**, présentée par M. Cornu.

« Si l'on pouvait former des groupes de deux épreuves photographiques obtenues au même instant physique, dans deux stations différentes, et mesurées par un même observateur, il se présenterait pour chaque groupe une grande simplification : les erreurs des Tables et l'équation personnelle figureraient avec les mêmes coefficients dans les équations de condition, de sorte que la correction $\delta\pi$ de la parallaxe adoptée s'obtiendrait indépendamment de ces causes d'erreurs.

» Ce cas ne s'est malheureusement pas réalisé; mais on peut chercher à obtenir un résultat presque équivalent en groupant convenablement les différentes observations.

» En effet, à chaque résultat correspond une équation de condition; la somme de n équations ainsi obtenues divisée par n formera une équation résultante. On conçoit alors la possibilité de former pour les différentes stations un certain nombre d'équations résultantes qui, deux à deux, présentent des coefficients à peu près égaux pour les erreurs des Tables δX, δY et pour l'équation personnelle A.

» La précision du second membre d'une de ces équations est une fonction du nombre n d'observations qui ont servi à la former. Si ε est l'erreur probable d'une observation isolée, $\frac{\varepsilon}{\sqrt{n}}$ sera l'erreur probable du second membre de l'équation résultante.

» Cette erreur probable ne sera pas sensiblement modifiée si l'on multiplie les deux membres de l'équation par un nombre très voisin de l'unité; c'est l'opération que l'on est conduit à faire pour rendre rigoureusement égaux les coefficients de l'erreur A que l'on peut alors éliminer complètement.

» Considérons deux équations résultantes

$$(1)\qquad S\delta\pi - A\mu + B\delta X + C\delta Y + F\delta L = \eta,$$

$$(2)\qquad S'\delta\pi - A\mu + B'\delta X + C'\delta Y + P'\delta L' = \eta';$$

leur différence donne

$$(3)\quad (S - S')\delta\pi + (B - B')\delta X + (C - C')\delta Y + F dL - F' dL' = \eta - \eta'$$

Les coefficients de δX, δY sont presque nuls, et les erreurs de longitude ont peu d'influence; on a déjà vu qu'on pouvait les négliger, sauf pour les épreuves de la station de Pékin [1].

» Soient n et n' les nombres d'observations qui ont servi à former les équations (1) et (2); les erreurs probables de η et η' sont $\frac{\varepsilon}{\sqrt{n}}$, $\frac{\varepsilon}{\sqrt{n'}}$; par suite, l'erreur probable de $\eta - \eta'$ est

$$\pm \varepsilon\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{n'}}.$$

» On est donc en droit d'attribuer à l'équation (3) un poids égal à

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{n'}}},$$

et, si l'on multiplie les deux membres de cette équation par son poids, le second membre aura une erreur probable ε.

» Le groupement des observations est nécessairement un peu arbitraire; on s'est imposé, comme règle générale, d'en utiliser le plus grand nombre possible et de ne faire entrer chacune d'elles qu'une seule fois.

» On a ainsi formé :

3	combinaisons avec les résultats de	M. Angot.
4	»	M. Baille.
4	»	M. Mercadier.
2	»	M. Gariel.

en tout 13 combinaisons représentant un ensemble de 82 observations; chaque combinaison donne une équation analogue à l'équation (3); la somme de ces 13 équations multipliées respectivement par leur poids a donné le résultat suivant :

$$41,04\,\delta\pi - 0,054\,\delta X - 0,305\,\delta Y + 0,0161\,\delta L = -2'',38;$$

le second membre ayant une erreur probable de $\varepsilon\sqrt{13}$.

» Divisant par le coefficient de $\delta\pi$, c'est-à-dire 41,04, on en tire

$$\delta\pi - 0,001\,\delta X - 0,007\,\delta Y + 0,004\,\delta L = -0'',06,$$

dont le second membre a pour erreur probable $\pm \frac{\varepsilon\sqrt{13}}{41,04} = \pm 0,09\varepsilon$.

(1) *Comptes rendus*, t. C, p. 229.

» L'erreur moyenne d'une observation isolée peut être évaluée à $1''$ environ, l'erreur probable correspondante en est les $\frac{2}{3}$, par suite l'erreur probable du second membre de l'équation précédente est $\pm 0'',06$.

» On voit que δX n'a aucune influence et, comme il est très probable que $0,007\,\delta Y$ est négligeable, on peut réduire l'expression de la parallaxe solaire à la valeur

$$\pi = 8'',80 - 0,004\,\delta L,$$

(δL étant la correction en secondes de temps à apporter ultérieurement à la longitude adoptée pour la station de Pékin, $L = 7^h 36^m 30^s$).

Tel est le résultat fourni par la discussion de 82 mesures d'épreuves sur 94 exécutées par MM. Angot, Baille, Mercadier, Gariel; les 12 mesures non employées représentent des observations qui ne pouvaient être combinées utilement avec des observations correspondantes d'une autre station; elles appartiennent en grande partie à la station de Pékin; on se rappelle que dans cette dernière station les épreuves n'ont pu être obtenues que vers la fin du passage. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une théorie des courbes et des surfaces admettant des correspondances univoques.* Note de M. S. **Kantor**, présentée par M. C. Jordan.

« 1. Certaines questions d'Analyse, qui ont obligé les géomètres à considérer des fonctions algébriques admettant des correspondances univoques internes, ont déjà prouvé leur importance. On connaît aujourd'hui sur elles le seul théorème de M. Schwarz, et, parmi les courbes et surfaces qui en sont une image, on a quelques courbes reproduites par des homographies [1], par exemple les cubiques, et, dans l'espace, les cyclides.

» La poursuite de mes recherches sur les transformations périodiques m'a fait rencontrer souvent de pareils êtres algébriques; ainsi j'ai déterminé toutes les transformations quadratiques qui reproduisent une cubique [2], et j'ai été conduit enfin à ce problème général : *Trouver, déterminer et classer toutes les courbes ou surfaces qui admettent des correspondances analytiques univoques entre leurs points.* Il y a presque deux années que je suis en posses-

(1) On peut comparer la première Partie de mon Mémoire couronné.

(2) *Ibid.*, deuxième Partie.

sion d'un principe fondamental que j'ose communiquer à l'illustre Académie, ne sachant s'il me sera donné de composer le Mémoire là-dessus.

» Une correspondance univoque entre deux fonctions $f = 0$, $F = 0$ est exprimée par une substitution rationnelle dont l'inverse devient rationnelle au moyen de $F = 0$. Géométriquement, cela s'exprime par ce que la correspondance fait partie d'une transformation unimultivoque. Partant de là, MM. Brill, Nöther et Lindemann ont démontré qu'une pareille transformation change les courbes adjointes φ_{n-3} de f en les courbes adjointes Φ_{n-3} de F. De même pour les variétés supérieures.

» 2. Cela étant, je passe aux courbes à une correspondance univoque. Celle-ci naît d'une transformation, univoque d'une part. Comme les φ_{n-3} et Φ_{n-3} font ici *le même système linéaire qui est complètement déterminé par les points communs* de toutes les courbes, je conclus :

» *Toute correspondance univoque, qui se trouve sur une courbe algébrique de genre $p > 2$, est contenue dans une transformation birationnelle de tout le plan* Q_1.

» Je suis à même de démontrer que les courbes de genre 2 ne font pas exception, non plus que les courbes de genre 1.

» 3. Pour passer plus loin, on a deux méthodes : 1° établir directement toutes les transformations crémoniennes qui peuvent reproduire des courbes algébriques, ce que j'ai fait pour les degrés inférieurs et ce qui, toutefois, exige pour la solution générale un nouveau corps de recherches; 2° la méthode que je vais exposer.

» *Toutes les φ d'une courbe $f = 0$ ont en commun les mêmes singularités, partant elles possèdent de leur part les mêmes courbes adjointes φ', qui sont seulement du degré $n - 6$. Q_r reproduira de même le système des φ'_{n-6}.*

» J'appelle ce principe *la diminution successive des fonctions* φ. Je continue à réduire de cette façon les φ et, en désignant par p_1, p_2, p_3, ... les genres des courbes φ, φ', φ'', ..., j'obtiens des ∞^{p-1}, ∞^{p_1-1}, ∞^{p_2-1}, ... systèmes linéaires de courbes φ_{n-3}, φ'_{n-6}, φ'_{n-9}, ... qui sont reproduits isolément par Q_r. Entre trois p successifs existe une relation.

» Un premier obstacle survient, si $p_{r+1} < 0$ et les courbes $\varphi^{(r)}$ se décomposent. Cela ne peut se faire qu'en une partie fixe, ce qui ne dérange pas, ou en plusieurs parties d'un même faisceau, ce qui n'arrête pas la suite de nos conclusions.

» Un autre obstacle se présente ici, si le genre de $\varphi^{(r)}$ devient, pour la première fois, égal à 1. On avait précédemment $p_r > 1$ et les $\varphi^{(r)}$ forment au moins un faisceau.

» On peut déjà remplacer un tel faisceau par un faisceau de cubiques. Donc :

» I. *Dans ce cas* Q_r *peut être transposée* [1] *en une transformation* Q'_r, *de telle nature qu'elle permute entre elles les cubiques d'un faisceau d'un système linéaire, déterminé par des points.* Q'_r *possède, au plus, neuf points dans sa caractéristique.*

» J'ai introduit, dans mon Mémoire couronné, le nom de *caractéristique*, pour l'ensemble de tous les points fondamentaux et de leurs transformés.

» Si, d'autre part, on est arrêté par $p_{r+1} = 0$, les $\varphi^{(r)}$ formeront, ou un faisceau, ou un réseau de courbes unicursales. Alors, je conclus, sans restriction :

» II. *Dans le premier cas,* $f = 0$ *est transformable en une courbe, où la correspondance est reproduite par une transformation de M. de Jonquières, dont les deux points* $(n-1)^{uples}$ *coïncident.*

» III. *Dans l'autre cas,* $f = 0$ *est transformable birationnellement en une courbe, où la correspondance est contenue dans une homographie de tout le plan.*

» Si, enfin, on ne rencontre ni $p = 0$, ni $p = 1$, on tombera finalement soit sur un système linéaire de cubiques, soit sur un système linéaire de coniques ou de droites. Le dernier cas présente une homographie pour f elle-même, le premier rentre dans le cadre de I.

» Si Q_r possède un faisceau anallagmatique de cubiques, toute autre courbe, qui est anallagmatique pour Q_r, a l'ordre $3s$, en passant s fois par les points de la caractéristique. Quand le nombre de ceux-ci est 9, le genre de f est égal à 1. En tout :

» *Toute courbe* $p > 1$, *douée d'une correspondance univoque entre ses points, est transformable birationnellement en une courbe où la correspondance est contenue dans une transformation à* 6, 7, 8 *points de la caractéristique, ou dans une homographie, ou dans une transformation de M. de Jonquières, aux deux points* $(n-1)^{uples}$ *coïncidents.*

» Il résulte de mon Mémoire couronné que ces transformations sont périodiques. Le théorème de M. Schwarz se démontre ainsi de lui-même.

» On obtient des conclusions analogues pour les surfaces. Je préfére en réserver les résultats. Tout dépend des systèmes linéaires de quadriques, cubiques et quartiques. »

---

[1] A une restriction près, que toutefois on pourra lever.

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation*. Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« Dans la deuxième édition de leur Traité de Philosophie naturelle, MM. Tait et Thomson énoncent sans démonstration le résultat suivant, au sujet de la figure d'équilibre d'une masse fluide homogène, dont toutes les molécules s'attirent suivant la loi newtonienne et qui est animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe. Outre les figures ellipsoïdales bien connues, il y a, d'après les géomètres anglais, une autre forme d'équilibre, qui consiste en une surface annulaire de révolution analogue à un tore.

» Je suis parvenu à retrouver la démonstration du résultat de MM. Tait et Thomson en m'appuyant sur le principe suivant, qu'il est aisé d'établir rigoureusement :

» Si un système quelconque, en équilibre stable sous l'action de certaines forces, vient à être soumis à des forces perturbatrices infiniment petites, il y aura, pour ce nouvel état de forces, une nouvelle position d'équilibre stable infiniment voisine de la première.

» J'ai cherché ensuite à déterminer les principaux éléments de la surface annulaire d'équilibre. A cet effet, j'ai choisi les unités de masse et de temps de telle façon que la densité de notre masse fluide soit égale à 1 et que l'unité de force soit l'attraction newtonienne de deux unités de masse à l'unité de distance. C'est ce qui est le plus convenable dans une étude théorique.

» J'appelle R la distance du centre de gravité de la section méridienne à l'axe de révolution. La section méridienne admet un axe de symétrie qui est la perpendiculaire abaissée de son centre de gravité sur l'axe de révolution. J'écrirai l'équation de cette section méridienne, en prenant pour pôle le centre de gravité, et pour axe polaire l'axe de symétrie. L'équation s'écrira alors

$$\rho = r + \beta \cos 2\varphi + \gamma \cos 3\varphi + \ldots,$$

r, β et γ étant des constantes telles que les rapports $\frac{r}{R}$, $\frac{\beta}{r}$, $\frac{\gamma}{r}$, ... soient très petits.

» Cela posé, j'ai négligé d'abord β, γ, ... de façon que la surface se réduise à un tore de rayons R et r, et j'ai cherché à exprimer le potentiel V en un point quelconque de la surface du tore. J'y suis arrivé à l'aide des séries qui donnent les périodes K et K' d'une fonction elliptique, déve-

loppées selon les puissances de k^2 et de $\log k$. On trouve que V, qui ne dépend évidemment que de l'angle φ, peut se développer suivant les puissances de r, de $\frac{r}{R}$, de $\log\frac{R}{r}$ et de $\cos\varphi$. Les coefficients de cette série s'expriment par des intégrales définies.

» Si l'on tient compte des quantités appelées plus haut β, γ, ..., on devra ajouter à V certains termes correctifs. Il faudra enfin disposer de la vitesse angulaire ω et des coefficients β et γ, de façon que l'expression

$$V + \frac{\omega^2}{2}(R + \rho\cos\varphi)^2$$

soit indépendante de φ. On trouve ainsi

$$\omega^2 = \frac{\pi}{2}\frac{r^2}{R^2}\left(\log\frac{8R}{r} - \frac{15}{8}\right)$$

en négligeant des termes de l'ordre de $\frac{r^3}{R^3}\log\frac{R}{r}$.

» On obtient de même

$$\beta = \frac{5}{16}\frac{r^3}{R^2}\log\frac{8R}{r} + K\frac{r^3}{R^2},$$

K étant une constante numérique qui s'exprime par une intégrale définie.

» Les autres coefficients γ, δ, ... sont infiniment petits par rapport à p, de sorte que la section méridienne peut être assimilée à une ellipse dont l'aplatissement serait

$$\frac{5\omega^2}{4\pi}.$$

» Le moment de la quantité de mouvement est approximativement

$$2\pi^2 r^3 R^3\sqrt{\frac{\pi}{2}\log\frac{8R}{r}} = MrR\sqrt{\frac{\pi}{2}\log\frac{8R}{r}},$$

M désignant la masse du fluide.

» La même méthode pourrait s'appliquer à une autre solution du même problème, énoncée également sans démonstration par MM. Tait et Thomson et où la masse fluide se répartit en plusieurs anneaux concentriques.

» Je n'ai pu encore approfondir la question de la stabilité de ces masses annulaires. J'ai fait seulement, en passant, une remarque que je crois nouvelle.

» Si la vitesse angulaire ω est supérieure à $\sqrt{2\pi}$ (avec les unités adop-

tées), il n'y a plus pour la masse fluide aucune figure d'équilibre stable possible. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation de résistance électrique du bismuth placé dans un champ magnétique.* Note de M. **Hurion**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note précédente, j'avais annoncé que la résistance du bismuth augmente quand on place ce métal entre les pôles d'un électro-aimant. Ce phénomène avait été constaté quelque temps auparavant par M. Righi ([1]), et les expériences de ce physicien indiquaient que les variations de résistance croissent d'abord plus vite que l'intensité du champ magnétique.

» Mes recherches m'ont conduit au même résultat; elles ont porté sur une plaque mince de bismuth collée sur verre et découpée comme les feuilles d'étain des carreaux étincelants. Cette lame était placée entre les pôles d'un électro-aimant de Faraday, de manière à se trouver normale aux lignes de force magnétique. Un galvanomètre placé en dérivation sur le circuit de la pile servait à mesurer une quantité proportionnelle à l'intensité du courant total, et l'expérience m'avait indiqué que l'intensité du champ magnétique était proportionnelle à la déviation du galvanomètre. Le Tableau suivant résume les observations faites sur une lame de bismuth dont la résistance est de $4^{\text{ohms}},3$; la première colonne donne les déviations du galvanomètre, et la seconde les variations correspondantes de la résistance en ohms.

d.	ΔR.	*d.*	ΔR.
30,5	0,039	64,5	0,130
35,5	0,054	68	0,142
39	0,063	73	0,157
42	0,070	78,2	0,173
45	0,081	94,5	0,214
51	0,093	108	0,241
56,2	0,113		

» Ces nombres confirment le fait annoncé par M. Righi. En présence de ces résultats, je me suis demandé si la variation de résistance observée ne tiendrait pas à l'action mécanique exercée par l'électro-aimant sur le bismuth, et j'ai cherché à évaluer cette action.

([1]) *Journal de Physique*, 2e série, t. III, p. 355.

» Une petite plaque de bismuth, portée par une légère monture de bois munie d'un petit miroir concave, fut suspendue à un fil de platine. Une boule de cuivre, de poids convenable et fixée à la partie inférieure de la monture de bois, servait à tendre le fil, dont la partie supérieure pouvait être tordue d'un angle quelconque qu'un cercle gradué permettrait d'apprécier à 1′ près. A la hauteur du miroir se trouvait une règle translucide, divisée, sur laquelle se déplaçait une image de réflexion permettant d'évaluer au même degré d'approximation le déplacement angulaire de la monture de bois. La plaque de bismuth, placée entre les pôles de l'électro-aimant, était amenée à sa position d'équilibre sans torsion du fil, puis on l'en écartait d'un certain angle, on mesurait la torsion du fil correspondant à cet angle d'écart. L'expérience a montré que, pour de petits angles, la torsion était proportionnelle à l'écart. Le rapport de la première quantité à la seconde pouvait être pris comme mesure de l'action mécanique cherchée. Le Tableau suivant résume les expériences faites ; dans la première colonne sont inscrites les déviations du galvanomètre, dans la seconde les rapports correspondants :

d.	$\frac{T}{E}$.	*d.*	$\frac{T}{E}$.
24,7	0,36	78,5	2,86
36	0,85	88	3,30
49,5	1,50	96	3,68
60	2,05	109	4,50

Les nombres de la deuxième colonne de ce Tableau varient sensiblement comme ceux de la deuxième colonne du Tableau précédent ; on peut s'en assurer en comparant les observations qui correspondent à des valeurs voisines de *d*. Les résultats de ces comparaisons sont inscrits dans le Tableau qui suit :

d.	$\frac{T}{E}$.	ΔR.	$\frac{T}{E} \times \frac{1}{\Delta R}$.
36	0,85	»	15,7
35,5	»	0,054	
49,5	1,50	»	16,1
51	»	0,093	
78,5	2,86	»	16,5
78,2	»	0,173	

» On voit que la variation de résistance est très sensiblement proportionnelle à l'action mécanique exercée par l'électro-aimant sur la plaque

de bismuth; les courbes figuratives des deux quantités présentent la plus grande analogie. »

PHYSIQUE. — *Température de solidification de l'azote et du protoxyde de carbone; relation entre la température et la pression de l'oxygène liquide.* Note de M. K. OLSZEWSKI.

» C'est en soumettant les gaz liquéfiés, comme l'oxygène, l'azote et le protoxyde de carbone, à l'évaporation sous des pressions très faibles, que j'ai réussi à obtenir de très basses températures. La construction de l'appareil que j'employais alors ne me permettait pas de mesurer exactement le degré de raréfaction, car je n'observais que la pression donnée par le manomètre de la pompe, pression toujours inférieure à celle de l'espace dans lequel se trouvait le gaz liquéfié, en raison du frottement du gaz dans le tube étroit qui établissait la communication.

» Pour éviter cet inconvénient, j'ai placé un second manomètre très près de l'appareil, et j'ai employé des tubes plus larges : je puis ainsi abaisser la pression sous laquelle s'évapore le gaz liquéfié, jusqu'à 4^{mm} de mercure, et mesurer cette pression avec exactitude. De plus, j'ai apporté quelques changements à l'appareil qui sert au refroidissement au moyen de l'éthylène liquide, et je suis parvenu à obtenir 12^{cc} à 15^{cc} d'oxygène, d'oxyde de carbone ou d'azote liquides, sous la pression critique de ces gaz. Sous la pression de 1^{atm}, j'obtiens 5^{cc} à 6^{cc} de ces liquides pendant un long temps; enfin, je puis même en soumettre 2^{cc} à 3^{cc} à un vide approximatif de 10^{mm}, pendant quelques minutes.

» *Azote.* — Dans une de mes Notes antérieures j'ai évalué la température de l'azote s'évaporant dans le vide à $-213°$, et j'ai fait remarquer alors que la température pouvait être plus basse. En répétant les expériences avec une quantité plus considérable d'azote liquide, dans l'appareil modifié, je me suis convaincu que, si l'on abaisse la pression à 60^{mm} de mercure, l'azote liquide commence à se solidifier, en produisant une couche opaque à la surface. Le thermomètre à hydrogène, dont le réservoir plongeait entièrement dans l'azote liquide, indiquait alors une température de $-214°$. En répétant cette expérience plusieurs fois, j'ai toujours observé, dans ces conditions, la solidification de l'azote à la surface, pendant que sa partie inférieure ne cessait pas d'être liquide. La pression de 60^{mm} et la température de $-214°$ définissent donc le point de solidification de l'azote, de même que la pression de 35^{atm} et la température de $-146°$ son point critique.

» En abaissant la pression au-dessous de 60^{mm} de mercure, on a vu l'azote se solidifier totalement, en une masse neigeuse. Lorsque la raréfaction a été portée jusqu'à 4^{mm} de mercure, le thermomètre a marqué — 225°; c'est la température la plus basse que j'aie réussi à produire et à mesurer jusqu'ici (1).

» *Protoxyde de carbone.* — Je prépare ce gaz au moyen d'un mélange d'acide formique et d'acide sulfurique, ce qui permet de l'obtenir pur, plus facilement qu'en employant l'acide oxalique et sulfurique, comme je le faisais auparavant. Les résultats que j'obtiens aujourd'hui coïncident avec ceux que j'ai déjà communiqués, ce qui prouve que le gaz employé auparavant était complètement pur.

» Lorsque la pression a été réduite à 100^{mm} de mercure, l'oxyde de carbone liquide a commencé à se solidifier; le thermomètre marquait —207°. Un nouvel abaissement de pression a produit un abaissement de température; à la température de —211°, l'oxyde de carbone était totalement solidifié, en une masse neigeuse. A la pression de 4^{mm} du mercure, le thermomètre a marqué — 220°,5. C'est donc la pression de 100^{m} de mercure et la température de —207° qui caractérisent le point de solidification du protoxyde de carbone.

» *Oxygène.* — Les expériences que j'ai exécutées avec l'oxygène ont donné les résultats suivants :

Pression.	Température.	Pression.	Température.
atm	o	atm	o
50,8 (2)	—118,8 (3)	13,7	—146,8
49,7	—119,5	12,3	—148,6
47,6	—120,7	10,24	—151,6
46,7	—121,6	8,23	—155,6
45,5	—122,6	6,23	—159,9
43,0	—124,0	4,25	—166,1
40,4	—125,6	2,16	—175,4
38,1	—126,8	1,0	—181,4
36,3	—128,0	9^{mm} de merc.	—211,5
34,4	—129,0	4^{mm} »	liq. encore.
32,6	—130,3		

(1) Il est très probable que la température de l'azote, sous cette faible pression, est encore inférieure de quelques degrés, et que le thermomètre ne l'indiquait pas exactement, parce que la masse neigeuse ne refroidit pas aussi facilement que les liquides.

(2) Pression critique.

(3) Température critique.

» A la pression de 4^{mm}, j'ai cessé de pouvoir mesurer la température, parce que le réservoir thermométrique ne plongeait plus qu'en partie dans l'oxygène liquide. Ce que je puis dire, c'est que, à une pression si faible, qui correspond à une température considérablement inférieure à — 211°, l'oxygène ne solidifiait point.

» En raison de cette propriété, l'oxygène liquide est assurément un des meilleurs milieux réfrigérants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissolution du carbonate de magnésie par l'acide carbonique*. Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« Nous avons fait remarquer, M. Ville et moi, dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, combien les données que l'on possède sur la solubilité du carbonate de magnésie dans l'eau chargée d'acide carbonique sont différentes suivant les observateurs. Nous avons nous-mêmes déterminé cette solubilité sous diverses pressions. Depuis la publication de nos expériences, M. Beckurts a traité la même question et donné des chiffres absolument différents de ceux que nous avons trouvés.

» Je me suis préoccupé de rechercher la cause de semblables divergences dans des déterminations qui paraissent relativement simples.

» Je rappellerai d'abord que M. Schlœsing a étudié la dissolution des carbonates de chaux et de baryte en présence d'une atmosphère contenant de l'acide carbonique et qu'il a indiqué une relation intéressante entre la quantité de bicarbonate en solution et la tension du gaz carbonique. Cette relation, semblable à celle que MM. Gladstone et Tribe ont indiquée entre les poids des métaux dissous dans une solution saline et la concentration de cette dissolution, est la suivante :

» *Les valeurs de la tension et celles du bicarbonate correspondant forment deux progressions géométriques de raisons différentes.*

» M. Schlœsing n'a vérifié cette relation que pour des tensions d'acide carbonique inférieures à 760^{mm}. Mais, comme la loi des deux progressions peut se déduire, comme l'a fait M. Lemoine, de la théorie générale des équilibres chimiques, il était à présumer qu'elle s'appliquerait également pour des pressions supérieures et pour d'autres carbonates que ceux de chaux et de baryte. Il y avait donc un véritable intérêt à rechercher si elle était vraie pour l'une des séries de solubilité du carbonate de magnésie données par les expérimentateurs, autant pour établir une présomption en faveur de l'exactitude des résultats obtenus que pour étendre à des

pressions supérieures une loi vérifiée seulement dans des limites restreintes.

» Or cette recherche m'a amené à constater que la série des solubilités, publiée par M. Ville et moi, est la seule qui satisfasse à la relation des deux progressions.

» Cette relation peut être exprimée par la formule $x^m = ky$, dans laquelle x est la tension, y le bicarbonate, m et k des constantes à déterminer par les résultats des expériences. En faisant concourir à la recherche de m et k les résultats fournis par les expériences II, IV, VI et VIII, on trouve, pour m, la valeur 0,362 et, pour k, 0,0398. Appliquant à la recherche des valeurs de y pour une valeur donnée de x la formule

$$m \log x = \log k + \log y,$$

avec les coefficients ainsi déterminés, on a

Expériences.	Pressions de CO^2 en atmosphères.	Carbonate calculé en grammes et pour 1lit.	Carbonate trouvé.
I............	1,0	25,18	25,79
II............	2,1	32,95	33,11
III..........	3,2	38,37	37,30
IV..........	4,7	44,10	43,50
V...........	5,6	47,00	46,20
VI...........	6,2	48,76	48,50
VII.........	7,5	52,23	51,20
VIII.........	9,0	55,80	56,60

» Tandis que nous trouvons que 1lit d'eau dissout, en présence d'acide carbonique à 760mm, 25gr,79 de carbonate de magnésie (CO^3Mg), M. Merkel ne trouve que 1,31, c'est-à-dire vingt fois moins, et M. Beckurts 8,39, c'est-à-dire trois fois moins. Une seule des solubilités indiquées et pour une seule pression se rapproche du chiffre correspondant trouvé par nous; c'est la solubilité que donne Bineau : 23gr,5 pour 1lit d'eau, CO^2 étant à la pression atmosphérique.

» La raison de ces divergences est dans le fait suivant : tous les expérimentateurs ont employé, pour déterminer la solubilité du bicarbonate de magnésie dans l'eau, de l'hydrocarbonate de magnésie. Or ce corps est une véritable combinaison et non un simple mélange, comme le suppose Joulin, et se comporte tout autrement, en présence de l'acide carbonique, que la magnésie et le carbonate neutre à 3 molécules d'eau.

» Les expériences résumées ci-dessous donnent une idée de la vitesse

de transformation de la magnésie en carbonate neutre et du temps nécessaire pour arriver à la limite de solubilité du bicarbonate de magnésie, soit que l'on opère avec de la magnésie, du carbonate neutre ou de l'hydrocarbonate. Ces expériences ont été faites dans les mêmes conditions de température, d'agitation et de pression. Les chiffres indiqués représentent la quantité d'acide sulfurique titré (normal) qu'il a fallu, au bout d'un temps T, pour neutraliser 10^{cc} du liquide filtré.

Temps en heures.	Magnésie.	Carbonate neutre $CO^3Mg, 3H^2O$.	Hydrocarbonate.
0,15	3,5	4,3	1,25
0,30	5,8	5,6	2
0,45	6,3	6,25	2,25
1	6,4	6,4	2,50
1,15	6,4	6,4	3
1,30	6,4	6,4	3,75
...	...	...	...
4	...	...	4,3
6	...	...	4,8
9	...	...	5

» En résumé, et sans allonger ce Tableau, tandis que, avec la magnésie et le carbonate neutre, on arrive à la limite de solubilité en moins de deux heures, il faut, dans les mêmes conditions, un temps beaucoup plus long lorsqu'on opère sur l'hydrocarbonate de magnésie. Bineau a mis plusieurs jours avant de dissoudre $23^{gr}, 5$ de carbonate de magnésie par litre, et chacune de nos expériences a duré également plusieurs jours.

» Or, sauf pour la solubilité sous la pression atmosphérique, M. Beckurts a fait réagir l'acide carbonique sur de l'hydrocarbonate de magnésie en suspension dans l'eau pendant dix-huit minutes seulement. Il est facile dès lors de comprendre pourquoi les chiffres trouvés par ce chimiste sont plus faibles que les nôtres.

» La longue durée qu'exigent les expériences faites avec l'hydrocarbonate de magnésie explique aussi les différences souvent trop grandes qui existent entre les valeurs trouvées dans nos expériences et celles qui résultent du calcul. Il est, en effet, à peu près impossible de maintenir constantes pendant un temps si long la température et la pression, et, lorsque la quantité de carbonate dissous a augmenté, soit par une diminution de température, soit par une augmentation de pression, l'équilibre ne se rétablit que lentement et les chiffres obtenus sont trop forts.

» Pour avoir des valeurs plus approchées de la solubilité, il faut donc opérer sur le carbonate neutre de magnésie. C'est ce que j'ai fait pour déterminer comment la solubilité du carbonate de magnésie varie avec la température.

» J'aurai l'honneur de communiquer ces résultats dans une prochaine Note, si l'Académie veut bien me le permettre. Ils établissent plus nettement encore la conclusion qui résulte du présent travail : *La solubilité du carbonate de magnésie dans l'eau en présence d'acide carbonique suit la loi des deux progressions.* »

CHIMIE. — *De l'action du soufre sur le phosphore rouge.* Note de M. **F. Isambert**, présentée par M. Debray.

« Dans des recherches antérieures (¹), j'ai étudié les combinaisons du soufre et du phosphore; j'ai expliqué les particularités que présente la réaction de ces deux corps. Il restait cependant à donner l'explication d'un fait important : pourquoi la combinaison du phosphore rouge et du soufre se produit-elle brusquement, à 180° par exemple, avec un vif dégagement de chaleur, alors que la combinaison $Ph^2 + S^3$ ne dégage que $18^{cal},4$ environ et que la tension de transformation du phosphore rouge est très faible à cette température, comme le fait observer M. Lemoine (²)? J'ai pensé que ce phénomène était une conséquence de l'état différent que présente le phosphore rouge suivant qu'il a été préparé à température plus ou moins élevée, ainsi que l'ont établi les expériences de MM. Troost et Hautefeuille (³). Afin de vérifier cette induction, j'ai préparé du phosphore rouge à température élevée en chauffant, avec les précautions ordinaires, du phosphore blanc dans un tube fermé sur la grille à analyses organiques. Après refroidissement, la masse compacte de phosphore rouge a été traitée par une solution bouillante de potasse pour enlever la petite quantité de phosphore non transformé. Le phosphore rouge ainsi obtenu, chauffé progressivement jusqu'à 260° dans un bain de paraffine avec du soufre, ne se combine que lentement et d'une façon incomplète avec ce corps, sans qu'il y ait la moindre trace d'explosion. En chauffant plus fortement au bain de sable, on détermine la combinaison sans phénomène calorifique apparent.

(¹) *Comptes rendus*, 1er semestre de l'année 1883, p. 1499, 1628, 1771.

(²) *Comptes rendus*, 1er semestre 1883, p. 1630.

(³) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. II, p. 145.

» Ainsi, lorsqu'il est question du phosphore rouge dans une réaction, il devient nécessaire de définir la nature du phosphore rouge dont on parle, en indiquant la température à laquelle il a été préparé ou, ce qui serait préférable, sa chaleur de formation. Le phosphore rouge du commerce, qui s'unit au soufre à 180° avec une très faible explosion, n'a abandonné, en se transformant, que 4^{cal} ou 5^{cal} par équivalent, comme celui que MM. Troost et Hautefeuille ont obtenu à basse température; je l'ai vérifié par des expériences comparatives, en traitant, dans le calorimètre, du phosphore blanc et du phosphore rouge par le brome dissous dans le sulfure de carbone. Le phosphore rouge, que j'avais préparé à température plus élevée, avait dégagé, au moment de sa formation, d'après mes mesures, au moins 8^{cal} par équivalent. La production de Ph^2S^3, à l'aide de ce corps, correspond à un phénomène thermique insignifiant, et la combinaison se fait lentement, alors même que la substance a été réduite en poudre impalpable. Il est probable que l'attaque du phosphore rouge cristallisé serait encore plus difficile. Ces expériences confirment l'exactitude des idées publiées par MM. Troost et Hautefeuille sur le phosphore rouge, et montrent bien la nécessité d'apporter la plus grande attention sur toutes les données d'une expérience. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur des sables à monazites de Caravellas, province de Bahia (Brésil).* Note de M. H. Gorceix, présentée par M. Debray.

« La présence du cérium et des métaux qui se trouvent ordinairement avec lui a été déjà signalée dans un grand nombre de minéraux qui, au Brésil, accompagnent le diamant dans ses gisements d'alluvion.

» M. Damour a signalé l'existence des oxydes de ces métaux dans ces fragments roulés, formés presque complètement d'alumine avec un peu d'acide phosphorique, qui constituent les *favas* des mineurs et qu'ils considèrent, dans la région de Diamantina, comme un des satellites les plus constants du diamant. J'ai retrouvé ces mêmes terres dans des concrétions analogues où domine l'acide titanique.

» Dans les graviers diamantifères du haut Jéquétinhonha, province de Minas Géraës, dans ceux des gisements de Salobro, province de Bahia, j'ai indiqué la fréquence des cristaux de monazite de couleur jaune de miel, donnant, par simple réflexion, au spectroscope les bandes d'absorption caractéristiques du didyme. A Salobro, ces cristaux forment presque un

tiers des résidus de lavage, sont à peine roulés et se présentent avec les faces les plus ordinaires de la monazite.

» Mais le gisement le plus important de cette substance existe près de Caravellas, province de Bahia, où elle formerait des bancs de sable. Les échantillons qui m'ont été remis par M. Derby, directeur de la Section de Géologie au musée de Rio de Janeiro, se présentent sous la forme de sables à grains jaunes, brillants, mélangés à un peu de fer titané.

» Ce dernier étant enlevé avec soin au moyen d'un électro-aimant et d'un triage final, le sable examiné au microscope paraît homogène; pourtant quelques grains sont blancs et, après préparation en plaques minces, les uns donnent des axes très rapprochés, comme dans certaines monazites, dans d'autres, l'aspect rappellerait plutôt une croix disloquée, ce qui semblerait déjà indiquer l'existence de deux substances différentes, mélange que l'analyse confirme. Leur densité est de 5,1.

» La matière, réduite en poudre fine, est chauffée avec de l'acide sulfurique, desséchée, puis reprise par l'eau légèrement acide. Il reste une matière non attaquée formée de silice et de zircone. Dans la partie soluble, les oxydes de cérium et de didyme sont précipités par l'acide oxalique; les oxalates calcinés sont transformés en azotates et la séparation du cérium et du didyme a été effectuée par fusion à 340° avec l'azotate de potasse, par le procédé indiqué par M. Debray, qui a bien voulu me guider dans ce travail. L'analyse complète donne à ces sables la composition suivante :

SiO^2	3,4	9,7 (1)
ZrO^2	6,3	
CaO		1,1
PhO^5		25,7
CeO		28,0
DiO + LaO (?)		35,8
		100,3

» En tenant compte, seulement pour la partie attaquée par l'acide sulfurique, de l'acide phosphorique et des oxydes de cérium, de didyme et de lanthane, on trouve :

PhO^5	28,7
CeO	31,3
DiO + LaO (?)	39,9
	99,9

(1) Partie non attaquée par l'acide sulfurique.

» Ce qui correspondrait à la formule $PhO^5 3[CeO, DiO, LaO(?)]$, exigeant

PhO^5	30
$CeO + DiO + LaO$	70

» Les sables de Caravellas seraient donc formés de fer titané, de zircon et de monazite riche en didyme. L'analyse de cette dernière substance diffère de celles déjà publiées par la proportion considérable d'oxyde de didyme qu'elle indique. Cette substance avait déjà été signalée dans des monazites de Slatoust, et si, dans cet essai, la quantité d'oxyde de cérium est moindre que celle indiquée par divers auteurs, cette différence provient probablement de ce qu'une partie du didyme avait été dosée jusqu'à présent avec cette terre [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le β-hexachlorure de benzine.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Troost.

« L'hexachlorure de benzine usuel ou α-hexachlorure a été découvert par Faraday en 1825 [2]. J'ai fait connaître un isomère de ce corps [3], j'en ai décrit la préparation, les propriétés et déterminé la densité de vapeur. Il est décomposé, soit par la potasse alcoolique à l'ébullition, soit par la chaleur, en acide chlorhydrique et en une *benzine chlorée* qui restait à caractériser.

» Les opérations suivantes ont conduit à ce but. La substance est chauffée dans un ballon et au bain-marie avec une solution alcoolique de potasse en excès, les vapeurs d'alcool étant condensées et refluées au réfrigérant ascendant. Du chlorure de potassium se précipite; on chauffe tant que ce précipité augmente, ce qui dure trois ou quatre heures. Une heure seule suffit pour décomposer l'hexachlorure ordinaire. Après cela, on fait passer dans le liquide refroidi un courant d'acide carbonique pour neutraliser et précipiter l'excès de potasse. Quand l'alcalinité de la liqueur a disparu, on distille au bain-marie jusqu'à complet épuisement de l'alcool, puis on verse de l'eau dans le ballon et l'on distille alors à feu

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de recherches de l'École Normale supérieure.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXX, p. 274; 1825. Sur de nouveaux composés de carbone et d'hydrogène et sur d'autres produits obtenus pendant la décomposition de l'huile par la chaleur.

(3) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 436 et 1268.

nu. Les sels minéraux se dissolvent et la benzine chlorée *liquide*, entraînée par les vapeurs d'eau, se rassemble sous la couche d'eau dans le récipient, sans faire émulsion, comme il arrive quand on ne prend pas les précautions précédentes. L'eau est enlevée par décantation et l'on en absorbe les dernières traces avec du papier à filtrer et par l'acide sulfurique sous une cloche à vide, de façon à ne rien perdre de la matière.

» L'analyse élémentaire a donné les chiffres ci-dessous :

	Benzine trichlorée pour 100.	
	Théorie.	Expérience.
C.	39,67	39,85
H.	1,65	2,65
Cl.	58,67	»

» Le dosage du carbone montre donc que c'est une benzine *trichlorée*, ainsi que va le confirmer l'étude de ses propriétés. Elle est liquide à la température ordinaire ; pour la solidifier, on la plonge dans un mélange de glace et de sel marin et, à 16°, elle se prend entièrement en une masse solide et blanche. Au-dessus de 0°, une partie se liquéfie, tandis que l'autre reste cristallisée sous forme d'aiguilles ou de prismes allongés qui paraissent être clinorhombiques. Chacun sait que cette sorte de liquation s'observe aussi avec la benzine cristallisable. Les prismes fondent à 17°. Elle se laisse très facilement attaquer par l'acide nitrique fumant et se transforme intégralement par une courte ébullition en un dérivé mononitré qui cristallise dans l'alcool en aiguilles légèrement jaunâtres et fond à 57°. Les mêmes faits ont été constatés par M. Jungsfleich (1) avec la benzine trichlorée préparée par la méthode de Muller (action sur la benzine du chlore en présence de l'iode), et l'identification me paraît complète.

» Laurent (2) a envisagé l'hexachlorure de benzine comme un trichlorhydrate de benzine trichlorée; dans cet ordre d'idées, le nouveau corps serait un trichlorhydrate isomère du premier.

» Quoi qu'il en soit de ces considérations, les faits que j'ai énoncés viennent de recevoir une pleine confirmation de la part d'un chimiste allemand, M. Schüpphaus (3), qui déclare avoir été mis en possession d'une pareille

(1) *Thèse inaugurale* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XV, p. 270; 1868).

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXIII, p. 43.

(3) *Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch.*, t. XVII, p. 2256; année 1884, n° 14.

substance, depuis deux ans déjà, par M. Hübner, professeur à l'Université de Gœttingue. A la suite de mes publications, il a repris, dit-il, son travail interrompu et a contrôlé mes principales opérations. Il décrit les formes et les groupements cristallins de ce corps, ce que je n'avais fait qu'indiquer sommairement, réservant ces détails pour une publication plus étendue. Ses résultats sont parfaitement conformes aux miens, sauf en ce qui concerne l'action de la lumière polarisée. Il reconnaît, avec l'aide de M. Sœffing, que ces cristaux appartiennent au système régulier; mais il prétend, contrairement à ce que j'ai annoncé, qu'ils sont biréfringents. En face d'une assertion aussi formelle, j'ai examiné de nouveau mes cristaux avec le plus grand soin, je ne leur ai trouvé aucune action au microscope polarisant, tandis que l'α-hexachlorure donne les teintes colorées les plus vives. J'insiste sur ce *caractère spécifique* de la substance, le seul, du reste, qui permette de reconnaître sa pureté absolue, car des traces d'hexachlorure ordinaire n'altèrent en rien ses autres propriétés.

» Il est une précaution indispensable à prendre pour arriver à ce résultat : c'est de sublimer la substance en ayant soin de rejeter les premiers produits de la sublimation, qui contiennent de faibles quantités d'α-hexachlorure plus facilement volatil, tandis que les derniers en sont exempts. La présence d'un peu d'hexachlorure ordinaire suffirait à expliquer les résultats obtenus par M. Schüpphaus. La sublimation doit être faite d'ailleurs avec précaution si l'on veut éviter une poudre charbonneuse qui passe dans tous les dissolvants et à laquelle doivent être probablement attribués les quelques millièmes de carbone que M. Schüpphaus a trouvés en plus des chiffres théoriques.

» Les expériences de ce savant ont confirmé les faits que j'ai établis; mais il en propose une interprétation différente : selon lui, la substance en question serait un dodécachlorure de diphényle dont la formule répondrait sensiblement aux mêmes résultats analytiques que l'hexachlorure de benzine. Cette hypothèse est en contradiction avec la densité de vapeur que j'ai obtenue, et M. Schüpphaus est obligé de supposer, sans en donner la moindre preuve expérimentale, que, dans cette détermination, j'aurais pu faire une erreur du simple au double (9,3 au lieu de 20,04). Il aurait d'ailleurs encore à expliquer comment on pourrait faire dériver la *benzine trichlorée* d'un dodécachlorure de diphényle. Son interprétation ne paraît donc pas rendre compte des résultats de l'expérience ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *La perception différencielle dans le cas des éclairages ordinaires.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note du 10 décembre 1883, j'ai communiqué à l'Académie le résultat de mes expériences sur la perception des différences de clarté dans le cas de faibles éclairages. J'ai montré qu'alors la fraction différentielle était loin d'être constante, comme on l'admet généralement, et qu'elle variait en sens inverse de l'éclairage. Il y avait lieu de rechercher s'il en était de même à des éclairages ordinaires, tels que ceux dont nous nous servons pour la lecture, l'écriture et la plupart de nos occupations journalières.

» J'ai pris, comme fond éclairé, un papier blanc recevant, après réflexion à 45° sur une pile de glaces transparentes, les rayons d'un ciel clair et constant, sans nuages (après-midi, exposition nord-ouest). Au centre de ce papier, un cercle découpé dans un diaphragme opaque était éclairé par derrière, grâce à mon graduateur de la lumière, et il était facile de déterminer avec précision l'éclairement supplémentaire, qu'il fallait donner à cette surface centrale pour la faire distinguer du fond.

» Une première détermination étant faite à l'éclairage normal et prise comme unité, je diminuais ce premier éclairage d'un tiers, de la moitié, des deux tiers, etc., par l'intermédiaire d'un disque rotatif à secteurs pleins et vides, découpés convenablement dans du carton noir (*épiskotistère* d'Aubert). J'obtenais de nouveaux nombres différents des premiers et qui, divisés par l'éclairage du fond, me donnaient les valeurs relatives de la fraction différencielle.

» Or, à ces éclairages moyens, tout comme avec des éclairages faibles, *la fraction différencielle varie suivant l'intensité lumineuse du fond observé.* Elle augmente quand l'éclairage diminue et *vice versa*.

» En d'autres termes, dans ces nouvelles conditions comme dans celles de ma première Note, la perception des différences de clarté est d'autant meilleure que l'éclairage est plus fort. Cette conclusion était prévue, car des expériences nombreuses m'avaient montré que l'acuité visuelle varie réellement suivant l'éclairage, augmentant et diminuant avec lui.

» Y a-t-il une relation numérique entre la valeur de l'éclairage et celle de la perception différentielle? Il m'a paru que celle-ci variait, à peu de chose près, proportionnellement à la racine carrée de l'éclairage. C'est encore la relation que nous avions trouvée pour des éclairages faibles.

» La loi psycho-physique n'est donc pas vraie pour l'œil, dans les conditions ordinaires où s'exerce la vision. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les modifications qui se produisent dans la composition chimique de certaines humeurs, sous l'influence du choléra épidémique.* Note de M. A. **Gabriel Pouchet**, présentée par M. Vulpian.

« Dans ma dernière Communication, j'ai exposé les résultats auxquels m'avaient conduit mes recherches sur la bile et les déjections; il me reste, pour compléter ce travail, à exposer ceux que m'ont fournis l'examen de l'urine et celui du sang.

» 1° *Urine.* — (Il s'agit ici de l'urine émise pendant la période dite de réaction). J'ai fait un grand nombre d'analyses de l'urine émise par les cholériques après la période d'algidité; les résultats obtenus ont été les suivants :

» Pour les substances existant normalement dans l'urine, j'ai observé une augmentation des matières organiques, notamment de l'urée, et une diminution des sels minéraux. Les sulfates présentent plutôt une légère augmentation, en rapport avec celle de l'urée; la quantité d'acide sulfurique éliminée à l'état d'acide sulfoconjugué est extrêmement faible et s'est même trouvée nulle dans un assez grand nombre de cas. Les phosphates sont diminués, surtout les phosphates terreux. La diminution la plus remarquable porte sur le chlorure de sodium, dont on retrouve en moyenne la dixième partie de la quantité existant dans l'urine de l'homme sain.

» Voici quelques moyennes des chiffres obtenus :

Matières organiques (par litre)	34,062
Urée	26,216
Chlorure de sodium	1,600
Acide phosphorique total	1,638
Acide sulfurique des sulfates	1,927
Acide sulfurique à l'état d'acide sulfoconjugué	0,016

» Parmi les substances n'existant pas normalement dans l'urine, j'ai trouvé :

» Des *sels biliaires* en quantité variable.

» De l'*albumine* en proportion parfois assez considérable (5gr et 9gr par litre).

» Du *glucose* souvent en très petite quantité.

» Une *substance albuminoïde particulière* rappelant, par beaucoup de caractères, l'albuminose de Baylon.

» La séparation de cette matière albuminoïde a été effectuée par le procédé suivant :

» L'urine était portée à l'ébullition pour coaguler l'albumine, après addition de quelques gouttes d'acide acétique. La liqueur filtrée était précipitée jusqu'à refus par un mélange d'acétate et d'hydrate de baryum. Dans la liqueur filtrée, le baryum en excès était séparé par addition d'une quantité strictement suffisante de sulfate de sodium, et finalement la précipitation de la matière albuminoïde était effectuée au moyen de l'acétate de mercure.

» Le précipité mis en suspension dans l'eau et décomposé par l'hydrogène sulfuré donnait une liqueur qui était évaporée à siccité au bain-marie, reprise par l'alcool à 95 pour 100 et précipitée par un grand excès d'éther.

» La matière albuminoïde ainsi obtenue se présente sous forme d'un précipité floconneux, de couleur gris-jaunâtre, adhérent aux parois des vases, et très soluble dans l'eau et l'alcool. Sa solution aqueuse dévie légèrement à gauche le plan de la lumière polarisée.

» Le réactif de Millon donne avec la solution aqueuse de ce corps un précipité blanc floconneux, soluble à l'ébullition dans la liqueur et reparaissant légèrement coloré en jaune par le refroidissement.

» Le tannin et l'acétate de mercure donnent des précipités blancs floconneux.

» L'acétate de cuivre donne un précipité ne disparaissant pas par addition d'un excès de potasse : le mélange ne se réduit pas par l'ébullition.

» Contrairement à mon attente, je n'ai pu retirer de ces urines qu'une proportion extrêmement faible d'un alcaloïde fixe, ne présentant aucune analogie avec celui que j'ai obtenu par le traitement des déjections alvines : l'extrême altérabilité de ce dernier peut expliquer son absence dans l'urine.

» 2° *Sang.* — Je n'ai rien à ajouter sur ce sujet à ma première Communication, si ce n'est que, dans un cas, j'ai pu obtenir très nettement avec le sérum les réactions chimiques et spectroscopiques des pigments biliaires. Ce sérum renfermait aussi une proportion relativement considérable de sels biliaires.

» En présence des résultats auxquels m'ont conduit ces recherches, il me paraît rationnel d'admettre que le choléra asiatique est caractérisé par des processus de réduction extrêmement intenses, contre lesquels pourraient être employés avec succès les incitants vitaux et les substances exagérant les combustions dans l'organisme. Je dois cependant reconnaître que les essais que j'ai entrepris, soit avec l'*eau chargée d'oxygène*, soit avec l'*eau oxygénée,* pour le traitement de quelques cholériques, n'ont pas semblé devoir confirmer cette interprétation.

» Toutefois les recherches qui viennent d'être exposées offrent une relation très intéressante avec le fait, signalé par le regretté Ritter, de la des-

truction des acides biliaires en solution alcaline par l'ozone, et avec la diminution de la quantité normale d'ozone dans l'air atmosphérique, fait mis en évidence par les observations récentes de M. Onimus durant l'épidémie cholérique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action physiologique de la cocaïne.* Troisième Note de M. **Grasset** (en collaboration avec M. **Jeannel**), présentée par M. Vulpian.

« Dans nos précédentes Notes, nous avons surtout étudié l'action analgésiante soit sur les animaux, soit sur l'homme. Les recherches actuelles ont porté sur l'action excitomotrice de la cocaïne chez le Singe et l'étude des antagonistes de cette substance.

« 1. *Action convulsivante chez le Singe.* — $0^{gr},06$ de chlorhydrate de cocaïne (solution aqueuse $\frac{1}{50}$) sont administrés par injection hypodermique à un singe pesant $2^{kg},300$. Six minutes après, violente crise convulsive : les convulsions cloniques dominent (en flexion) et s'accompagnent de cris. L'attaque, ou plutôt les attaques successives, durent cinq minutes; puis l'animal est affaissé, très faible du train postérieur et du bras gauche; il mordille tout ce qui est à sa portée. Tout rentre ensuite dans l'ordre.

» Deux jours après, même expérience sur le même animal. Aux mêmes doses, absolument même résultat : huit minutes après l'injection, violente attaque convulsive avec cris, début brusque, etc.

» Nous avons encore eu un résultat semblable sur le même animal avec $0^{gr},04$: crise convulsive tout aussi violente, mais moins prolongée qu'avec $0^{gr},06$.

» Avec $0^{gr},02$ seulement, nous n'avons pas eu d'attaque.

» Sur un second singe, pesant $4^{kgr},300$, une injection hypodermique de $0^{gr},06$ ne donne que de l'inquiétude, mais pas de crise convulsive; une seconde injection de $0^{gr},04$, faite vingt-sept minutes après la première, ne donne rien non plus.

» Mais le surlendemain une injection faite avec $0^{gr},12$ d'emblée donne, treize minutes après, une violente attaque convulsive, absolument semblable à celle du premier singe. Seulement, à la suite, l'animal ne cherche pas à mordre et a plutôt peur.

» Quinze jours après, nouvelle expérience à $0^{gr},12$; résultats absolument semblables : violente attaque convulsive huit minutes après l'injection.

» Dans quatre autres expériences, $0^{gr},02$, $0^{gr},03$, $0^{gr},04$ et $0^{gr},06$ n'ont pas donné de crise convulsive à ce second animal.

» 2. *Action antagoniste du chloral (au point de vue excitomoteur).* — Chez le premier singe, nous administrons d'abord par le rectum 1^{gr} d'hydrate de chloral (solution aqueuse $\frac{1}{10}$), et, dix minutes après, nous injectons sous la peau $0^{gr},06$ de chlorhydrate de cocaïne (dose convulsivante de cet animal) : chloralisation complète, aucune convulsion.

» A $0^{gr},50$, les effets du chloral ont varié. Dans une première expérience (toujours chez

le premier singe), les 0gr,06 de cocaïne ont produit les mêmes convulsions que sans chloral; dans une seconde expérience, les mêmes 0gr,06 n'ont pas entraîné de convulsions.

» Chez le second singe, les trois expériences faites ont été très nettes : 1° une dose approximative de 2gr,50 de chloral (il s'en était perdu une certaine quantité) empêche 0gr,12 de cocaïne de produire les convulsions; 2° une dose de 1gr de chloral les empêche également; 3° une dose de 0gr,50 ne les empêche pas (toujours pour 0gr,12 de cocaïne, dose convulsivante pour cet animal).

» Dans certains cas, le chloral a empêché les convulsions de la cocaïne sans entraîner le sommeil de l'animal; il avait alors simplement produit des phénomènes d'ivresse.

» 3. *Action antagoniste du chloral* (*au point de vue thermique*). — L'action hyperthermique de la cocaïne, signalée par Laborde, est indépendante de l'action convulsivante. Nous avons eu, chez les chiens, des élévations de plus de 1° sans convulsions, et, au contraire, chez le singe, nous n'avons pas eu d'élévation ou des élévations insignifiantes, ou même des abaissements avec des convulsions.

» L'action antagoniste du chloral s'exerce au point de vue thermique comme au point de vue convulsif, et indépendamment.

» 0gr,06 de cocaïne nous donnent, chez le chien, une élévation de 1°,2, 1°,1, 1°,6, 1°,2, 1°, etc. En faisant précéder l'injection de cocaïne d'un lavement de chloral, nous avons, avec 6gr de chloral, un abaissement de 1°,4; avec 2gr et 4gr de chloral, la température est restée stationnaire. Sur un autre chien, 4gr de chloral (toujours avec 0gr,06 de cocaïne) ont abaissé la température de 2°,8, et chez un autre, 3gr de chloral (toujours dans les mêmes conditions) l'ont abaissée de 2°,2.

» Chez le singe, on a aussi des effets hypothermiques très remarquables par l'association du chloral à la cocaïne. Ainsi, chez notre second animal, 2gr,50 de chloral et 0gr,12 de cocaïne abaissent la température de 3°,9; 1gr de chloral et 0gr,12 de cocaïne l'abaissent de 3°,2; 0gr,50 de chloral et 0gr,12 de cocaïne l'abaissent de 2°,7.

» Chez le premier singe, 0gr,50 de chloral (avec 0gr,6 de cocaïne) ont abaissé la température, une fois de 2°,1 (convulsions) et une fois de 3°,1 (pas de convulsions).

» Du reste, l'hyperthermie par la cocaïne seule n'est pas constante chez le singe. Chez le premier animal, 0gr,4 ont bien donné une élévation de 1°,5; mais chez le second, 0gr,6 ont fait baisser la tempéranture de 0°,7, et 0gr,12 l'ont fait baisser de 2° (malgré des convulsions dans ce dernier cas). Chez le même singe, 0gr,4 ont fait monter la température de 0°,2, 0gr,3 de 0°,4, et 0gr,2 l'ont fait baisser de 0°,5.

» L'action de la cocaïne sur la température du singe ne paraît donc pas être semblable à l'action chez le chien. La question sera à reprendre à ce point de vue.

» 4. *Action non antagoniste de l'antipyrine* (*au point de vue thermique*). — 2gr d'antipyrine (par la bouche), administrés deux heures avant l'injection de 0gr,6 de cocaïne, n'empêchent pas l'effet hyperthermique de cette dernière substance.

» Il en est de même de 4gr d'antipyrine deux heures avant l'injection de 0gr,12 de cocaïne, et de 2gr d'antipyrine quatre heures et demie avant l'injection de 0gr,6 de cocaïne.

» *Conclusions.* — 1. La cocaïne produit, chez le singe, de violentes attaques convulsives.

» 2. Le chloral est antagoniste de la cocaïne, tant au point de vue excitomoteur qu'au point de vue thermique.

» 3. L'action thermique de la cocaïne ne paraît pas être la même chez le singe et chez le chien.

» 4. L'antipyrine ne paraît pas être antagoniste de la cocaïne au point de vue thermique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique du sulfate de cinchonamine*. Note de MM. **G. Sée** et **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian.

« On sait que la *cinchonamine* ($C^{19}H^{24}Az^2O$) est un alcaloïde trouvé par M. Arnaud [1] dans le *Remijia purdiana* (Triana), qui contient en même temps plusieurs autres alcaloïdes, tandis que le *Remijia pedunculata* (Hesse) contient surtout de la quinine et un peu de cinchonine et de quinidine. Les *Remijia*, qui appartiennent à la famille des Rubiacées, habitent le Brésil. Leur écorce est la source des *quinquinas cuprea* de Flückiger.

» Parmi les sels de cinchonamine, il en est un, le sulfate, dont la solubilité dans l'eau rend l'usage facile pour le médecin et le physiologiste. Aussi, désirant employer la cinchonamine en clinique, nous avons choisi ce sel, dont nous avons voulu d'abord étudier les effets physiologiques dans des expériences sur les animaux.

» Le sulfate de cinchonamine possède en effet une toxicité considérable. Ainsi, M. Laborde a constaté que, si l'on injecte $0^{gr},25$ de sulfate de cinchonamine sur un cobaye, on voit, au bout de trois à quatre minutes, » l'animal tomber brusquement sur le flanc, comme foudroyé, agiter un » instant les pattes et mourir presque instantanément [2]. »

» Voici les résultats de nos expériences sur la toxicité du sulfate de cinchonamine :

» Sur des grenouilles pesant de 35^{gr} à 39^{gr}, l'injection hypodermique de $0^{gr},01$ de sel, sous la peau de l'avant-bras ou du tarse, détermine, au bout de dix-huit à vingt minutes, l'arrêt définitif du cœur.

» Un cobaye pesant 655^{gr} reçoit sous la peau $0^{gr},10$ de sulfate de cinchonamine : il meurt au bout de vingt-huit minutes. Un autre cobaye, du poids de 478^{gr}, est empoisonné de la même manière avec $0^{gr},035$ de ce sel, et succombe une heure vingt-cinq minutes plus tard.

---

(1) Arnaud, *Comptes rendus*, t. XCVII, 1883.

(2) *Société de Biologie*, 9 décembre 1882, p. 769 et 770.

» Chez un chien pesant 14^{kg}, l'injection intra-veineuse, dans une saphène, de 25^{cgr} de cinchonamine, donne immédiatement la mort.

» Les effets physiologiques du sulfate de cinchonamine sont les suivants :

» Chez la grenouille, les doses toxiques mortelles produisent d'abord de l'affaiblissement général; les mouvements spontanés cessent bientôt, tandis que la respiration et les mouvements réflexes sont conservés. Si alors, au bout de quinze à dix-huit minutes, on met le cœur à nu, on voit que cet organe est entièrement et définitivement arrêté en diastole. Les oreillettes et le ventricule, extrêmement flasques, sont gorgés par le sang au point qu'ils distendent le péricarde, dont l'ouverture est devenue ainsi assez difficile.

» Le cœur, arrêté dans cet état, a perdu presque complètement sa contractilité sous l'influence de l'excitation mécanique ou électrique (pince de Pulvermacher). Quelques gouttelettes de solution de sulfate neutre d'atropine, instillées sur le cœur, ne parviennent pas à rappeler les battements de l'organe.

» L'instillation directe du sulfate de cinchonamine sur le cœur de la grenouille détermine rapidement l'arrêt du cœur, le ventricule en systole, les oreillettes en diastole. Cet effet, si différent du précédent, tient sans doute à l'action irritante exercée par la substance sur le cœur, car l'injection du sel sous la peau du tarse produit une paralysie plus ou moins durable du pied de l'animal.

» Ces phénomènes s'observent également sur des grenouilles dans l'état normal et sur des grenouilles curarisées.

» Lorsque la dose de sel injectée sous la peau de la grenouille n'est pas mortelle, on constate l'abolition progressive à peu près complète des mouvements spontanés et réflexes, avec ralentissement et affaiblissement notables des battements du cœur, dont les diastoles sont prolongées, et la conservation de l'excitomotricité nervomusculaire. L'animal revient ensuite peu à peu à l'état normal, quelquefois au bout de trente-six et même de quarante-huit heures.

» Lorsqu'on injecte sous la peau d'un cobaye une dose toxique mortelle de sulfate de cinchonamine, on voit, après quelques minutes, l'animal rester entièrement immobile, comme s'il dormait. Il a quelques mouvements de balancement du corps, puis il s'affaisse doucement sur un côté. La respiration semble arrêtée; mais, si l'on touche l'animal, elle reparaît; par un mouvement brusque, le cobaye se retourne et il pousse quelques cris. Les battements du cœur sont ralentis et les mouvements réflexes sont conservés. Un instant plus tard, on ne sent plus le cœur battre à travers la paroi précordiale; il y a de l'agitation convulsive, des bâillements accompagnés de cris; la muqueuse labiale est exsangue, la respiration s'arrête et la mort arrive.

» On ouvre promptement le thorax : le cœur est arrêté en diastole, plein de sang, mais flasque. On voit encore des contractions fasciculaires inefficaces dans les ventricules, qui restent pleins de sang. A ce moment encore les mouvements réflexes des membres sont conservés.

» Sur un chien curarisé, pesant 14000^{gr}, dont l'artère carotide était en communication avec l'hémodynamomètre à mercure, l'injection intraveineuse d'une dose toxique de sulfate

de cinchonamine a déterminé immédiatement la chute de la colonne de mercure à zéro et la mort de l'animal. Aussitôt on a examiné le cœur, qui était mou, gorgé de sang comme celui du cobaye et de la grenouille, distendait le péricarde et ne présentait plus le plus léger mouvement.

» Un autre chien, du poids de 7600^{gr}, non engourdi, non curarisé, mais dont la pression sanguine intracarotidienne était enregistrée comme chez le chien qui précède, on a injecté 0^{gr},05 de sulfate de cinchonamine dans une veine saphène. Aussitôt la tension a diminué de plus de 0^{m},08. Au bout d'une quinzaine de secondes, elle revenait à son niveau primitif et même elle le dépassait un peu. L'animal s'est violemment agité, raidissant les membres. On l'a détaché et mis en liberté : il avait de la titubation, un peu de raideur des membres. A deux reprises très rapprochées, il a fait un bond convulsif, les membres étaient raidis et le dos arrondi. Il est ensuite resté faible, titubant, pendant quelques minutes, puis il est revenu à l'état normal.

» En résumé, l'action physiologique de la cinchonamine offre les caractères suivants :

» 1° Affaiblissement progressif des propriétés physiologiques du système nerveux central.

» 2° Phénomènes convulsifs mal déterminés chez les Mammifères seulement.

» 3° Affaiblissement et ralentissement des battements du cœur.

» 4° Avec des doses massives, toxiques, mort rapide par arrêt diastolique du cœur, chez les Batraciens aussi bien que chez les Mammifères.

» 5° L'atropine est impuissante à rétablir les mouvements du cœur abolis par la cinchonamine.

» 6° L'énergie toxique du sulfate de cinchonamine est environ six fois plus grande que celle de la quinine, de la cinchonidine et de la cinchonine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'inactivité optique de la cellulose et spécialement de celle qui est séparée de la dissolution du coton dans le réactif ammonicuprique.* Note de M. A. **Béchamp**.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai dit que l'inactivité optique appartient en propre à la cellulose insoluble elle-même. En effet, j'avais observé que le coton dissous dans l'acide chlorhydrique fournissait une solution inactive ([2]), d'où l'eau précipitait la cellulose à l'état inso-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1028.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVIII, p. 458.

luble. Il en est de même de celle que l'on isole de la solution du coton dans le réactif ammonicuprique. Mais, pour que ce fait acquière toute sa valeur, il faut que la cellulose insoluble que les acides en précipitent représente la totalité du coton employé, c'est-à-dire que la substance n'ait pas subi d'autre transformation qu'une modification moléculaire insoluble.

» M. Peligot, dans ses importantes études sur la cellulose de la peau du ver à soie (¹), a observé que, avant de se dissoudre, le coton se transforme, dans le réactif ammonicuprique, en une gelée épaisse. Cette gelée, avant de se liquéfier, acquiert l'état d'un véritable mucilage, qui se liquéfie à son tour, peu à peu, pour donner une solution presque dépourvue de viscosité. C'est dans cet état que la solution contient une modification de la cellulose, représentant à l'état insoluble la totalité du coton employé. C'est ce qui résulte de plusieurs déterminations : en voici une.

» $2^{gr},554$ de coton séché à 120° sont dissous dans 250^{cc} de réactif. La solution étant devenue très fluide est sursaturée par l'acide acétique. Le volumineux précipité étant recueilli sur un filtre taré y est absolument lavé à l'eau ; ensuite, pour pouvoir le dessécher rapidement, à l'alcool et à l'éther. La matière, très blanche, séchée à 120°, pèse $2^{gr},56$.

» On s'est assuré que le corps ainsi préparé, étant imprégné d'acide sulfurique à $3^{éq}$ d'eau, bleuit par la teinture d'iode. Il constitue un état moléculaire particulier de la cellulose. En effet, tandis que le coton ne se dissout pas dans une solution sirupeuse de chlorure de zinc, que d'autres états moléculaires s'y dissolvent à froid, la substance isolée de la solution ammonicuprique ne s'y dissout qu'à l'aide de la chaleur, s'en séparant à l'état de gelée par le refroidissement.

» Pour savoir si cette matière, qui, en solution ammonicuprique, aurait un pouvoir rotatoire lévogyre de plusieurs centaines de degrés, est vraiment active, j'ai fait deux séries de déterminations.

» I. 1^{gr} de matière, séchée à 100°, est traitée par l'acide chlorhydrique très concentré. Le mélange devient d'abord mucilagineux et se liquéfie peu à peu ; le volume de la solution est de 40^{cc}. La solution étant encore sirupeuse a été filtrée, sur de l'amiante qui avait été lavée à l'acide chlorhydrique, et aussitôt observée dans un tube de 10^{cm}. Rotation nulle. La solution ayant été refiltrée à plusieurs reprises et étant devenue absolument limpide a pu être observée dans un tube de 20^{cm}. Les solutions laissées dans les tubes ont été observées pendant quarante-huit heures, pour juger de l'influence de la longueur de la colonne liquide et de la durée ; température 8° à 10°.

			Tubes de 10^{cm}.	Tubes de 20^{cm}.
Janvier.	31	11^h m.	$\alpha_j = 0°$	$\alpha_j = 0°$
»	31	12^h m.	$\alpha_j = 0°$	$\alpha_j = 0°$

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LVIII, p. 88.

			Tubes de 10cm.	Tubes de 20cm.
Janvier.	31..........	2h s.	$\alpha_j = 0^{\circ}$	$\alpha_j = 0^{\circ}$
»	31..........	5 s.	$\alpha_j = 0,11$ ↗	$\alpha_j = 0,25$ ↗
Février.	1..........	10 m.	$\alpha_j = 0,5$ ↗	$\alpha_j = 1$ ↗
»	1..........	4 s.	$\alpha_j = 0,62$ ↗	$\alpha_j = 1,3$ ↗
»	2..........	11 m.	$\alpha_j = 1$ ↗	$\alpha_j = 2$ ↗

» La solution devenait de plus en plus jaune. Le pouvoir rotatoire calculé d'après la dernière observation est

$$\alpha_j = 2^{\circ} \nearrow, \quad l = 2, \quad v = 40^{cc}, \quad p = 1^{gr},0, \quad [\alpha]_j = 40^{\circ} \nearrow.$$

» Mais c'est là le pouvoir rotatoire d'un mélange. En effet, la solution, au début, était colorée en bleu par la teinture d'iode, comme la solution du coton lui-même dans l'acide chlorhydrique; or à la fin elle ne se colorait plus. L'eau ne séparait plus rien de la solution; mais un mélange d'alcool et d'éther en précipitait des flocons qui, bien lavés à l'alcool et essorés, se dissolvaient en partie dans l'eau, laissant un produit insoluble qui, desséché et imprégné d'acide sulfurique à 3 équivalents d'eau, se colorait en bleu violacé par l'iode.

» II. $4^{gr},9$ de la même matière, contenant $4^{gr},44$ de cellulose séchée à 120°, traces de cendres déduites, sont dissous dans l'acide chlorhydrique (densité 1,2) sous le volume de 100^{cc}. La masse mucilagineuse étant liquéfiée, la solution filtrée est observée d'heure en heure, depuis 10^h du matin jusqu'à 4^h du soir. Dans les tubes de $0^m,10$ et de $0^m,20$, $\alpha_j = 0$.

» Donc, la longueur du tube étant variable comme la concentration, la cellulose isolée de sa solution dans le réactif ammonicuprique est inactive, et l'activité, quand elle se manifeste dans la solution chlorhydrique, est le fruit d'une transformation plus profonde qui est fonction de l'influence de l'acide et du temps.

» J'ajoute que dans cette seconde opération, en précipitant par l'eau la solution chlorhydrique, j'ai isolé la presque totalité de la cellulose employée; car, 96^{cc} de la solution ont fourni $3^{gr},96$ de précipité, au même état de siccité; soit $4^{gr},21$ pour 100^{cc}. Et la substance ainsi obtenue est la même que l'on obtient, dans les mêmes circonstances, avec le coton; elle constitue un état moléculaire nouveau; mais il en existe plusieurs autres, que j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie.

» Il est ainsi démontré, non seulement qu'il y a une modification soluble et inactive de la cellulose, mais que l'inactivité appartient aussi aux modifications insolubles de cette substance, et, par suite, au coton lui-même. C'est donc un fait vérifié : des deux alternatives que j'indiquais, la seconde est la vraie : c'est le coton inactif qui modifie l'activité particulière au réactif ammonicuprique. »

MICROGRAPHIE. — *Sur un être nouveau, le* Bacterioidomonas ondulans. Note de M. J. Kunstler, présentée par M. Paul Bert.

« Au mois de juillet 1884, j'ai publié la description d'un singulier Protozoaire, auquel j'ai donné le nom de *Bacterioidomonas sporifera*. Cet être est ainsi devenu le type d'un genre nouveau, genre singulier, qui présente une ambiguïté de caractères telle, qu'il est presque impossible de décider s'il doit être placé dans le règne animal ou dans le règne végétal. Il ressemble, en effet, à une sorte de grosse bactérie qui serait pourvue d'un noyau et ne présenterait pas de stade immobile.

» Le nouvel organisme dont je viens signaler ici l'existence rentre nettement dans le genre *Bacterioidomonas*, quoiqu'on puisse facilement le différencier du précédent. On le trouve dans l'intestin du Rat noir.

» Le corps de cet être est allongé, un peu atténué aux deux extrémités et peut atteindre 34^{μ} de longueur. Tandis que le *Bacterioidomonas sporifera* a la forme d'un bâtonnet rigide, de configuration invariable, le présent organisme offre des mouvements ondulatoires de l'ensemble de son corps, mouvements assez lents. Sa substance périphérique, plus dense, se confond progressivement avec le parenchyme interne; celui-ci est très légèrement et très finement pointillé. Au centre, se trouve un corpuscule que les réactifs colorent d'une manière plus intense, un noyau; fréquemment, on voit deux noyaux analogues, plus petits, et situés aux deux extrémités du corps.

» La locomotion de cet être se fait d'une manière assez rapide; elle est due à un flagellum antérieur long et très fin. L'animal s'oriente à travers les corps étrangers qui se trouvent dans les préparations, les contourne en ondulant : son mouvement est une sorte de glissement, très analogue à celui des Grégarines ou de certaines Planaires.

» Les phénomènes reproducteurs sont assez semblables à ce qui se voit chez le *B. sporifera*. La période reproductrice débute par une augmentation considérable de la réfringence du corps; à ce moment, l'action de l'iode les fait bleuir d'une manière intense, ce qui dénote la présence au sein de leur substance d'une matière amylacée en dissolution. Puis, en certains points, le protoplasma se concentre et finit par former des corpuscules allongés, brillants, en nombre variable, des spores. Ces petits corps reproducteurs sont rendus libres par la déhiscence des parois du corps, se divisent un certain nombre de fois, se contournent en *spirillum*

(moins que pour le *B. sporifera*), se meuvent dans la préparation et se transforment progressivement en adultes.

» Je donnerai à cet être le nom de *Bacterioidomonas ondulans*.

» Un certain nombre de caractères fort importants rapprochent cet organisme des Bactériacées. Ainsi, sa nutrition se fait par simple imbibition; la substance de son corps se colore avec une grande difficulté; son flagellum est d'une finesse excessive; avant la reproduction, son corps est imbibé d'amidon dissous; il se reproduit par un phénomène de sporulation endogène; les spores sont très réfringentes et aboutissent à un stade à forme en vrille, absolument analogue aux Spirilles.

» D'autres particularités rapprochent non moins nettement cet être des animaux : telles sont ses dimensions considérables, son état mobile permanent, la présence d'un noyau, la multiplicité de ses spores, l'absence de germination de celles-ci....

» Dans le même intestin, vit un *Trichomonas* fort remarquable. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Passage des microbes pathogènes de la mère au fœtus*. Note de M. **Koubassoff**, présentée par M. Pasteur.

« La question du passage des micro-organismes de la mère au fœtus ne peut être regardée encore comme tout à fait résolue. Brauell, dans son Ouvrage paru en 1858, formule la conclusion suivante :

« Les fœtus des animaux morts de charbon ne présentent pas des altérations qui soient propres au charbon; même dans leur sang, on ne trouve rien d'anormal. De ces observations faites par moi-même, ainsi que des résultats négatifs d'inoculation du sang de fœtus, on peut tirer la conclusion que le charbon ne passe pas de la mère à son embryon (¹).

» Neuf ans plus tard, Davaine formule la conclusion suivante (²) :

» J'ai inoculé un cobaye en état de gestation très avancée avec du sang charbonneux. Le cobaye, étant mort deux jours après l'inoculation, offrait dans son sang et dans celui du placenta des myriades de bactéridies, mais il n'y avait aucun de ces corpuscules visibles dans le sang ou dans les organes du fœtus, qui se trouvait seul dans la matrice.

» Quatre cobayes alors furent inoculés, l'un avec le sang du placenta qui contenait des bactéridies, et les trois autres avec celui du cœur, de la rate et du foie de fœtus, qui n'en contenait pas. Or le premier cobaye mourut le lendemain, infecté de nombreuses bacté-

---

(¹) Brauell, *Weitere Mittheilungen über Milzbrand und Milzbrandblut* (*Wirchow's Arch.*, 1858, t. XIV, p. 459).

(²) Davaine, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 9 décembre 1867.

ridies, tandis que les trois autres, inoculés avec le sang du fœtus, ne furent nullement malades, et je les conservai vivants pendant plusieurs mois encore.

» Dès ce moment-là, le fait du non-passage de la bactéridie charbonneuse de la mère au fœtus fut universellement admis, et les expériences de Brauell et Davaine furent acceptées comme l'expression de la vérité.

» En 1882, Arloing, Cornevin et Thomas, dans leurs expériences sur le charbon symptomatique, furent les premiers qui montrèrent que le passage des bactéridies de cette maladie, de la brebis au fœtus, est possible (¹).

» Dans la même année, Straus et Chamberland, dans un premier travail (²) sur la transmission des maladies contagieuses, par la mère au fœtus, confirment les expériences de Brauell et Davaine; mais, dans un second travail (³) paru un mois plus tard, ils changent d'opinion et reviennent sur leurs assertions premières.

» Quant aux semences et à l'inoculation du sang fœtal aux animaux, dans certains cas, elles furent positives; dans d'autres cas, négatives. On trouva, en outre, que le moment où l'on faisait l'autopsie de la mère, immédiatement après sa mort ou quelques heures après, n'avait aucune influence sur les résultats.

» Les auteurs précédents ont fait surtout des ensemencements et des inoculations des liquides et du sang fœtal aux animaux, avec examen au microscope. Nous avons suivi une autre méthode : nous avons recherché principalement la bactérie dans les organes du fœtus, pour y trouver les microbes inoculés à la mère; que nous avons fait invariablement des coupes, pour les teindre et chercher ces microbes au microscope.

» Jusqu'à présent, nous n'avons fait que cinq expériences avec des femelles de cobayes pleines, inoculées avec du charbon; nous en avons recueilli dix-sept fœtus dont les organes, comme le foie, la rate, les reins, le cœur, le cerveau, etc., ont été examinés de cette manière : nous avons pu constater les bacilles charbonneux dans tous les organes de tous les fœtus, sans exception. Ainsi, par ces recherches, la question du passage des bactéridies charbonneuses de la mère au fœtus peut être regardée comme résolue dans le sens positif et constant; en outre, on peut expliquer par ces expériences (comme on le verra plus loin), pourquoi la culture et l'inoculation du sang fœtal aux animaux ne réussit pas toujours. Nous avons

---

(¹) *Comptes rendus*, 1882, t. XCII, p. 739.

(²) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 11 novembre 1882, p. 689.

(³) Note lue à la Société de Biologie, séance du 14 décembre 1882.

fait quelquefois les semences des liquides et du sang des fœtus, dont les résultats ne se distinguaient nullement de ceux des autres expérimentateurs.

» En fait d'animaux, jusqu'à présent les cobayes seuls ont été pris dans la période différente de la gestation; la culture virulente du charbon et la vaccine de Pasteur étaient inoculées sous la peau du ventre, à l'aide de la seringue de Pravaz, dont on prenait de 1 à 3 divisions. Après la mort, on faisait l'autopsie des animaux le plus tôt possible, et en prenant toutes les précautions bactérioscopiques de désinfection. L'autopsie s'effectuait de la manière suivante :

» Après avoir brûlé en un point les membranes avec un petit bâtonnet bien chauffé, on les perçait dans le même endroit avec une pipette capillaire stérilisée, avec laquelle on prenait quelques gouttes du liquide de l'amnios, pour faire la semence.

» Après cela, les fœtus, encore dans leurs membranes, ou retirés de celles-ci, sont plongés un instant dans de l'eau bouillante. Après avoir préparé ou non les cultures des organes, ces derniers sont tirés de leurs cavités et immédiatement placés dans l'alcool.

» Quand les organes deviennent durs, on en fait des coupes, à l'aide de microtome, puis on les teint de la simple ou double méthode (d'après Gram), et on les examine au microscope. En faisant ainsi l'examen, on constate le plus souvent des bactéridies placées hors des vaisseaux et en groupes de 3 à 9 petits bâtons, l'un à côté de l'autre, et formant une ligne, c'est-à-dire qu'ils s'y étaient multipliés déjà; en général, sur une coupe de moyenne grandeur, on trouve de trois à cinq endroits, avec des groupes semblables; plus rarement, on rencontre de petits bâtons placés séparément. (Par là, on s'explique que les cultures et les inoculations ne réussissent pas toujours.)

» Leur distribution dans les organes n'était pas la même : chez quelques-uns des fœtus, les microbes prévalaient dans le cerveau, par exemple; chez d'autres, dans le foie; chez d'autres encore, dans les reins; dans la rate d'un des fœtus, ils étaient si nombreux, que les coupes de la rate ressemblaient à celles de la mère; dans les reins, on les trouvait dans les glomérules, qu'ils remplissaient; dans les vaisseaux du cerveau d'un des fœtus, ils formaient des trombes dans presque toute la longueur des capillaires.

» Les bactéridies furent constatées également au moyen des cultures et des examens microscopiques dans le placenta, dans le liquide de l'amnios et du péritoine, etdans d'autres liquides du corps des fœtus.

» Dans un cas, j'ai inoculé le vaccin de Pasteur, et dans un autre la cul-

ture que j'avais préparée au moyen du cœur d'un fœtus, dans une de mes expériences. Dans le premier cas, l'examen des organes des fœtus ne m'a permis de constater que très rarement les bactéridies, qui presque partout étaient placées séparément, et il n'y eut que quelques cultures qui furent fécondes. Dans le second cas, quand j'ai inoculé le cobaye avec la culture préparée par moi, l'animal mourut en trois jours, et les foies des fœtus (qui n'avaient que $0^{m},03$ de longueur) montrèrent, dans toutes les coupes, de nombreux groupes de bactéridies charbonneuses.

» Quelques-unes de mes expériences ont été faites avec M. le Dr Yovanowitch Batout, qui examinait presque toutes les préparations; ces dernières ont été également soumises à M. Pasteur, dans le laboratoire duquel a été fait mon travail. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le microbe de la fièvre typhoïde de l'homme. Culture et inoculations.* Note de M. **Tayon**, présentée par M. Bouley.

« Dans une première Note à l'Académie, en date du 18 août 1884, j'ai annoncé que j'étais parvenu à faire mourir des cobayes, des lapins et des chats, dont l'autopsie révélait les lésions caractéristiques de la fièvre typhoïde de l'homme. Avec des cultures sûrement mortelles pour des lapins jeunes, j'ai pu déterminer aussi la mort de petits chiens âgés de sept à huit jours, 36^{h} à 40^{h} après l'inoculation. Le sang du chien, virulent pour le cobaye, est sans action sur d'autres chiens ou sur le lapin.

» Le microbe typhique se développe dans divers bouillons mis en culture (sérums de veau, d'agneau, de cheval, d'âne, bouillons de veau et de poule, alcalins ou neutres), et maintenus à une température de 36° à 38°. Mais pour pulluler rapidement sur les animaux et pour amener leur mort, il exige une porte d'entrée spéciale.

» Le tissu cellulaire sous-cutané, voie par laquelle presque toutes les maladies microbiennes se transmettent, ne lui convient pas suffisamment. Injecté sous la peau de cobayes, de lapins, de chats et de chiens de tout âge, il n'a jamais causé une infection mortelle. Il est sans effet notable sur la santé des animaux, se développe sur place et quelquefois, vers le quatrième ou vers le cinquième jour, du pus succède à la rougeur apparue d'abord autour de la piqûre et disparaît ensuite peu à peu. Avec le pus qui s'est formé dans le tissu conjonctif sous-cutané, en cavité close, on peut faire de nouveaux ensemencements.

» L'ingestion des cultures ne m'a donné jusqu'ici aucun résultat. Je

compte faire de nouvelles recherches sur ce procédé de transmission, au sujet duquel je ne puis encore me prononcer.

» Seule, l'inoculation dans le péritoine m'a permis de donner aux animaux une maladie qui, suivant le degré de la virulence, entraîne la mort en quelques heures, ou provoque seulement des troubles généraux pendant quelques jours.

» Après la mort des animaux inoculés dans le péritoine, on retrouve, dans les sérosités que renferme cette séreuse, une grande quantité de microbes typhiques. Ils sont très virulents et diffèrent de ceux qui vivent dans le sang, en ce qu'ils permettent le passage direct de cobaye à cobaye ou de lapin à lapin. Il n'est plus nécessaire d'alterner les milieux de culture si l'on transmet l'affection à l'aide du liquide péritonéal. Ainsi, une seule goutte de ce liquide provenant du péritoine d'un lapin mort typhique, donne la mort à un deuxième lapin en trois, quatre ou cinq heures, lorsque l'injection d'une quantité plus forte de sang ne provoque aucun trouble sur un troisième lapin du même âge.

» Si les lésions typhiques sont généralement très nettes sur des animaux qui succombent avec une aussi grande rapidité, il n'en est pas de même des symptômes vagues qu'accusent les malades. Le cobaye et le lapin se mettent d'abord en boule, sont tristes, somnolents et respirent bientôt avec anxiété; l'abdomen est très sensible au toucher, souvent une diarrhée abondante s'établit, et quelquefois même les selles contiennent du sang. Les chiens ont eu constamment la langue sèche, blanchâtre, ses bords et sa pointe prenant une couleur rouge. Vers la vingt-quatrième heure de la maladie, il existait, sur la peau de l'abdomen et du pli de la cuisse, des taches rosées, lenticulaires, tout à fait identiques à celles qui apparaissent chez l'homme, et dont on se sert pour distinguer la dothiénentérie des affections septiques avec lesquelles elle peut être confondue.

» Attachant une grande importance à l'apparition de ces taches chez les animaux inoculés avec des liquides de culture, dans l'espoir de les observer de nouveau, j'inoculai de très jeunes porcs dont la peau doit se prêter à de pareilles observations. Ces animaux, au nombre de neuf, âgés les uns de deux, les autres de cinq à six jours, ont supporté, sans en souffrir nullement, de fortes injections dans le péritoine, alors que les mêmes virus, en quantités bien plus faibles, étaient mortels pour des lapins adultes. Ni les cultures, ni les sérosités péritonéales du lapin qui vient de mourir, ni le sang de ce dernier animal, n'ont paru porter le moindre préjudice à la santé des porcs. Leur résistance aux atteintes du microbe de la fièvre

typhoïde est digne de remarque. Depuis que le porc vit à l'état domestique, il se repaît d'immondices et d'excréments humains, et a dû acquérir peu à peu l'immunité contre ces infiniment petits, qu'il est exposé à rencontrer à tout instant dans sa nourriture habituelle.

» Jusqu'à ce jour je n'ai pu conférer soit au cobaye ou au lapin, soit au chat ou au chien, cette précieuse immunité.

» Les animaux qui résistent toujours aux inoculations de sang typhique à doses très variées n'acquièrent pas la qualité de résister plus tard à l'action des microbes cultivés. Ils meurent aussi vite que les autres si on leur injecte dans le péritoine, quelques semaines ou quelques mois après la première inoculation inoffensive, des liquides de culture remplis de microbes caractéristiques.

» Quant au rôle que peuvent jouer l'inoculation sous-cutanée et l'ingestion dans la préservation de l'organisme et dans sa résistance à une inoculation ultérieure intra-péritonéale, je ne puis le dire encore, mes expériences n'étant pas assez nombreuses sur ce sujet.

» L'infiniment petit que j'ai tiré du sang de l'homme typhique revêt plusieurs formes et doit avoir plusieurs phases; en effet, il n'est pas à redouter tant qu'il vit dans le sang et devient, dès qu'il est cultivé en dehors de l'organisme, dans un milieu favorable, à ce point dangereux et virulent pour le cobaye et le lapin, qu'il les fait succomber avec une rapidité étonnante. Dans ces bouillons si actifs, on rencontre constamment un bâtonnet qui a des mouvements d'oscillation, qui se remue sur place et n'a pas de mouvements de progression.

» Il est arrondi aux extrémités, sa longueur moyenne est de $0^{mm},00245$ et son diamètre moyen de $0^{mm},00049$. Dans le péritoine du cobaye et du lapin, il donne naissance à de nouveaux individus semblables, mais un peu plus gros. Leur longueur moyenne dans le péritoine du lapin et du cobaye est de $0^{mm},00318$ et leur diamètre de $0^{mm},00072$; dans le péritoine du chien, ils peuvent même s'allonger davantage, et prennent alors l'aspect de longs filaments très fins, remplis de spores. L'ensemencement de cette dernière forme ramène au bâtonnet des cultures ([1]). »

([1]) M. Mozziconacci m'a aidé dans ces recherches.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogènes du* Bacillus anthracis. Note de M. S. **Arloing**, présentée par M. Bouley.

« L'attention est dirigée aujourd'hui sur les modifications que les germes infectieux peuvent subir de la part des milieux où on les oblige à vivre. La preuve est faite que quelques-uns sont assez profondément modifiés par un changement apporté dans les conditions extérieures pour qu'ils soient inoculés presque sans danger. Mais, dans cette voie, on ne s'est pas préoccupé, à notre connaissance du moins, de l'influence de la lumière blanche ou des rayons colorés.

» Ce n'est pas que nous soyons sans documents sur les effets que la lumière exerce sur les organismes inférieurs non pathogènes. Nous pouvons citer les travaux de Strasburger, de W. Engelmann, sur les mouvements et les échanges gazeux que présentent les organismes simples dans les divers rayons du spectre; les observations de M. Van Tieghem sur le développement du *Penicillium glaucum*, de M. Zopf sur celui de *Beggiatoa rosea persicina*. En 1877 (*Proceedings of the Royal Society*), MM. Arthur Downes et P. Blunt ont montré que les rayons solaires exerçaient une action retardante sur le développement des bactéries de la putréfaction et que les germes de ces bactéries présents dans un liquide étaient entièrement détruits par la seule action de la lumière solaire. Enfin, tout récemment (12 janvier 1885), M. Duclaux annonçait à l'Académie que les spores du *Tyrothrix scaber*, desséchées au Soleil, perdaient leur vitalité entre 15 et 60 jours, tandis que, desséchées dans une étuve, à la lumière diffuse, elles la possédaient encore au bout de trois ans. On le voit, dans aucun cas, on ne s'est occupé de microbes pathogènes, des modifications que subissent leur évolution et leurs propriétés nosogéniques, à l'obscurité, dans la lumière blanche ou dans les rayons plus ou moins réfrangibles. La Note que nous présentons aujourd'hui fait connaître les tentatives que nous avons entreprises, depuis 1883, pour combler cette lacune. Elles ont porté sur le *Bacillus anthracis* dont la connaissance nous était familière, soit parce que nous avions assisté aux travaux de notre maître M. Chauveau, soit parce que nous avions cultivé ce microbe pour notre propre instruction.

» Nos expériences se sont faites dans une chambre obscure, avec la lumière artificielle fournie par de fortes lampes à gaz, à double courant d'air.

Une enveloppe opaque disposée autour des verres de tirage ne laissait passer qu'un faisceau lumineux de $0^m,02$ de diamètre. Des lentilles de trois dioptries environ recueillaient ce faisceau et le lançaient sur les ballons à culture. Des écrans colorés liquides, interposés entre la source lumineuse et la lentille, retenaient les rayons dont on voulait éliminer l'influence, un examen spectroscopique préalable nous fixait sur les propriétés des écrans que nous utilisions. Toutefois les rayons jaunes étaient obtenus par une flamme au chlorure de sodium et par l'emploi d'un écran au bichromate de potasse.

» Les cultures, fécondées avec du mycélium ou des spores, étaient faites dans des matras aussi semblables que possible et chargés avec un bouillon de poulet incolore. Les matras étaient placés dans une étuve de Gay-Lussac modifiée, pour la circonstance: nous l'avions divisée en deux loges indépendantes, fermées par une porte vitrée. La température des deux loges était égale. Enfin nous avons contrôlé certains résultats des cultures en matras par des cultures dans la chambre humide, sous le microscope.

» On peut ranger nos observations en deux groupes, selon que nous nous proposions de connaître l'influence de la lumière sur la végétation du bacille ou sur ses propriétés.

» I. *Influence sur la végétation du* Bacillus anthracis. — Les expériences ont toujours été comparatives. Nous avons examiné, sous ce rapport, l'influence de l'obscurité et de la lumière blanche, de l'obscurité et des rayons colorés, de la lumière blanche et des rayons colorés, des rayons colorés entre eux.

» *a*. La pratique journalière apprend que les cultures du *Bacillus anthracis* réussissent très bien à la lumière diffuse et à l'obscurité. Si l'on augmente l'intensité de la lumière, par le procédé susindiqué, on s'aperçoit que la lumière retarde la végétation du mycélium. A un moment donné, si l'on compare l'état des deux cultures, on trouve dans le ballon maintenu à l'obscurité de nombreux amas de filaments du mycélium déjà fragmentés et chargés de spores; tandis que les filaments sont longs, libres et pauvres en spores dans le ballon vivement éclairé. L'évolution du mycélium et le développement des spores marchent donc plus vite à l'obscurité. Cette différence est plus accusée quand on féconde la culture avec du mycélium qu'avec des spores, et quand la température est dysgénésique. A une température voisine de l'arrêt, la végétation est comme suspendue dans le matras soumis à la lumière blanche; il suffira ultérieurement de placer le ballon à l'obscurité pour que la végétation s'établisse.

» *b*. Si l'on fait simultanément une culture dans l'obscurité et une autre dans les rayons rouges, le résultat à l'œil nu est peu différent dans les deux matras; mais, au microscope, on s'aperçoit que le nombre, la netteté et la réfringence des spores sont plus considérables dans la culture exposée aux rayons colorés.

» *c*. Si l'on compare la lumière blanche à la lumière rouge, l'avantage appartient à celle-ci. Nous avons pu nous en convaincre par des cultures en matras et par des cultures dans la chambre humide. De même, si l'on fait comparativement une culture dans la lumière blanche, une autre sous un écran d'hémoglobine, la végétation mycélique et la sporulation sont plus actives sous les rayons colorés.

» *d*. Nous avons comparé les rayons calorifiques, lumineux et actiniques. Le développement du mycélium est moins abondant et les spores moins nombreuses dans les rayons jaunes que dans les rayons rouges; sous le rouge, le véhicule prend plus rapidement une teinte jaunâtre; ce reflet se montre plus tardivement sous les rayons jaunes.

» Quant aux rayons actiniques, rayons situés à droite de la raie F de Fraunhofer, ils nous ont paru moins favorables à la sporulation que les rayons calorifiques.

» Pendant que le mycélium se présente en nombreux filaments courts et chargés de spores, sous les rayons rouges, il est plus rare en filaments allongés et pauvres en spores sous les rayons violets et bleus. Sur certains filaments, quelques articles terminaux se renflent en pseudo-thèques, indices de la lenteur de l'évolution mycélique.

» II. *Influence sur les propriétés du* Bacillus anthracis. — Un instant, nous avons pu croire que l'action des rayons calorifiques ou actiniques, prolongée pendant plusieurs générations, produirait des modifications dans l'activité pathogène des bacilles, à défaut de différences morphologiques bien accusées. En un mot, nous pensions arriver à l'atténuation par ce procédé. Les résultats n'ont pas répondu à notre attente.

» Si l'on inocule comparativement sur le cobaye, par injection sous-cutanée, des bacilles cultivés dans l'obscurité et sous les rayons actiniques, on constate que, le plus souvent, le cobaye inoculé avec la deuxième culture meurt plus vite (la différence a varié entre six et vingt heures) et présente un œdème local plus considérable que l'autre; tandis que si l'on poursuit la même expérience avec les cultures faites dans l'obscurité et dans les rayons calorifiques, on n'observe pas de différence entre l'intensité des lésions locales et l'arrivée de la mort.

» En résumé, l'absence ou la présence de la lumière artificielle blanche ou colorée n'imprime pas de différences profondes à la végétation du *Bacillus anthracis;* cependant, la sporulation est plus rapide et plus abondante à l'obscurité et dans les rayons les moins réfrangibles du spectre. Quant aux propriétés pathogènes, elles resteraient intactes sous les rayons calorifiques et seraient plutôt accrues qu'amoindries sous les rayons actiniques.

» Nous nous proposons de rechercher, dans le courant de l'été prochain, l'influence des radiations solaires. »

ANATOMIE. — *Sur la circulation veineuse du pied.* Note de M. P. **Bourceret**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une première Communication à l'Académie, j'ai fait connaître un procédé nouveau d'injection des veines, permettant l'injection des plus fines ramifications veineuses, et par conséquent l'étude d'ensemble des circulations locales. Dans un Mémoire honoré d'une mention par l'Académie (Concours des prix Montyon pour la Médecine et la Chirurgie, 1884) j'ai décrit en détail ce procédé d'injection, et j'ai exposé la circulation de la main qui devient relativement plus facile à étudier, grâce à des injections d'ensemble plus complètes.

» Je viens donner aujourd'hui le résultat de mes premières recherches sur la circulation du pied, faites à l'aide de ce procédé. La description qui va suivre est tellement en contradiction avec les idées admises actuellement que je crois devoir tout d'abord rappeler l'opinion des anatomistes et des physiologistes sur cette question.

» En Anatomie générale, on admet que les veines, moins résistantes que les artères, sont toujours placées dans les points où la compression est le moins à craindre, ou bien qu'elles sont protégées par des tissus fibreux, résistant aux causes de compression, comme on le voit pour les sinus du crâne, par exemple.

» Pour la main et pour le pied, la circulation veineuse se ferait surtout par la face dorsale, pour éviter les causes de compression. C'est ainsi que la circulation veineuse de la main est beaucoup plus abondante à la face dorsale qu'à la face palmaire.

« Le système veineux superficiel du pied, de même que celui de la main, a dû être trans-

porté à la région dorsale, en raison des usages du pied et de la main, et des pressions incessantes auxquelles sont soumises la face plantaire de la main [1]. »

» Telle est la manière de voir de tous les auteurs classiques.

» Cette proposition, en partie exacte pour la circulation de la main, est complètement erronée pour la circulation du pied.

» J'ai réussi complètement trois injections d'ensemble (artères, capillaires, veines) du membre inférieur. J'ai constaté que la circulation veineuse est bien plus abondante à la face plantaire qu'à la face dorsale. C'est là un fait inattendu, et qui tout d'abord ferait penser à une anomalie plutôt qu'à une disposition régulière. C'est bien là, cependant, une disposition normale; non seulement trois injections du pied, faites sur trois sujets différents, m'ont donné le même résultat, mais la distribution systématique de ces vaisseaux exclut, par sa régularité, l'idée d'anomalie.

» Il existe en effet à la face plantaire du pied, immédiatement sous le derme, une véritable couche vasculaire formée surtout de veines d'un calibre de $0^{mm},5$, 1^{mm} et 2^{mm}, tellement pressées les unes contre les autres que la dissection en est presque impossible.

» Cette couche veineuse commence exactement sur les bords du pied, qu'elle dessine en quelque sorte; elle forme une véritable semelle vasculaire, comparaison grossière, mais rigoureusement vraie. Les troncs viennent se jeter à la face dorsale du pied en suivant une direction légèrement oblique, d'avant en arrière.

» Contrairement à l'opinion admise, les veines plantaires, signalées comme très petites, insignifiantes et à peine décrites, jouent certainement un très grand rôle dans la circulation du pied. En ne tenant compte que de leur quantité, on peut dire que leur ensemble forme au moins les deux tiers des veines superficielles du pied.

» On doit se demander comment ce fait a pu passer inaperçu et comment une erreur semblable a pu se répéter pendant si longtemps, malgré des dissections fines et des injections de proche en proche faites avec soin.

» L'explication est facile. En enlevant *la peau* de la face plantaire du pied sur le membre inférieur d'un des sujets qui ont servi à cette description, je me suis rendu compte de cette difficulté. Les vaisseaux situés, ou plutôt comme incrustés à la face profonde du derme, sont emprison-

---

(1) Cruveilhier, *Traité d'Anatomie*, 4e édit., t. III, p. 247.

nés dans une sorte de membrane fibreuse qui limite leur distension; *on enlève cette couche vasculaire avec la peau.* En outre, par son aspect, elle se confond avec les trabécules fibreuses qui l'environnent, car ces veines ont des parois épaisses, légèrement blanchâtres.

» Dans une étude ultérieure, je décrirai en détail ces vaisseaux et j'insisterai sur le rôle physiologique qu'ils doivent remplir dans la circulation du membre inférieur. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système nerveux des embryons de Limaciens et sur les relations de l'otocyste avec ce système.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Robin.

« Les recherches que j'ai poursuivies sur le développement embryonnaire des Limaciens, recherches dont les résultats principaux ont été communiqués à l'Académie, m'ont fourni quelques notions intéressantes sur l'évolution du système nerveux et sur ses relations avec les otocystes.

» En disséquant des embryons de Limaciens, encore renfermés dans l'œuf et possédant leur vésicule postérieure ou podocyste, ainsi que la gibbosité pré-palléale, je suis parvenu à isoler les centres nerveux péri-œsophagiens avec les deux vésicules otocystiques qui s'y rattachent.

» A cette période du développement, la disposition des masses ganglionnaires péri-œsophagiennes diffère assez notablement de celle qu'on rencontre chez l'adulte. Mais, avant d'exposer ces différences, il me paraît utile de faire connaître brièvement les dénominations sous lesquelles je désignerai les divers centres nerveux.

» En dehors du stomato-gastrique, il existe chez les Limaciens deux groupes de ganglions : 1° un groupe pré-œsophagien, constitué par les deux ganglions cérébroïdes; 2° un groupe post-œsophagien, relié par un double connectif au précédent et comprenant une paire de ganglions antérieurs ou soléaires et une paire de ganglions postérieurs, entre lesquelles sont intercalés les ganglions intermédiaires, au nombre de deux paires, soudés en une masse unique des deux côtés ou d'un côté seulement.

» Chez les Limaciens adultes, il existe une grande concentration des masses nerveuses post-œsophagiennes, de telle sorte que leurs connectifs, aussi bien que leurs commissures, sont pour ainsi dire réduits à zéro.

» Or, à la période que j'ai indiquée, la disposition de ces masses est tout autre. Les ganglions post-œsophagiens postérieurs, dont l'asymétrie est très marquée, sont peu développés, rejetés à droite et à gauche du pha-

rynx et réunis par une longue commissure transversale. Les ganglions intermédiaires sont reliés par des connectifs bien apparents aux ganglions postérieurs et antérieurs. Ces derniers, qui constituent alors les masses prédominantes du système nerveux, sont piriformes et unis l'un à l'autre par deux bandes commissurables, indice probable d'une duplicité originelle.

» A la même période, la vésicule otocystique est ovoïde; son plus grand diamètre mesure environ $0^{mm},05$. Elle se voit à l'extrémité d'un pédicule, qui n'est autre chose que le nerf auditif, et dont la longueur atteint près de 1^{mm}. L'examen microscopique permet de préciser l'origine de ce nerf et de reconnaître qu'il se détache d'un petit noyau ganglionnaire, placé sur le trajet du connectif qui unit la masse intermédiaire du groupe post-œsophagien au ganglion soléaire, dans un point très rapproché de ce dernier.

» Cette forme pédiculée de l'otocyste est transitoire chez les Limaciens. La vésicule otocystique prend naissance dans les parois somatiques et paraît même résulter d'une invagination de celles-ci. Une traînée de tissu mésodermique, qui se modifie de bonne heure et se transforme en fibres nerveuses, met l'otocyste en relation avec les centres post-œsophagiens. Peu à peu, par l'effet du mouvement de concentration auquel ces centres sont soumis, la vésicule otocystique, avec son appareil nerveux, est attirée vers le ganglion soléaire, de telle façon que le nerf auditif s'y enfonce, avec le petit centre ganglionnaire dont il émane, et que l'otocyste elle-même s'applique sur la masse soléaire.

» J'ai donc, comme on le voit, le regret de me trouver en désaccord, relativement à l'origine des nerfs auditifs des Limaciens, avec un observateur éminent, M. de Lacaze-Duthiers, auquel on doit un Mémoire approfondi sur les relations de l'otocyste avec les centres nerveux chez les Gastéropodes. En effet, ce savant admet que, quelle que soit la position de la vésicule otocystique, celle-ci est sans exception innervée par les ganglions cérébroïdes.

» Voici ce qu'on observe, non sans difficultés, je le reconnais, chez les Limaciens, mais de la manière la plus nette chez le *Zonites lucidus*, où l'observateur est moins gêné par le tissu connectif et musculaire qui englobe les centres nerveux.

» Le nerf auditif pénètre dans l'otocyste par le côté adhérent et déprimé de celle-ci et forme une saillie arrondie, émettant un grand nombre de courts filaments hyalins, terminés chacun par un renflement calcaire, qui n'est autre chose qu'une otolithe. Les otolithes ne sont donc pas libres

dans la cavité otocystique et leur tremblotement est dû surtout au mouvement vibratoire des filets qui les supportent.

» De l'otocyste on voit partir une sorte de canal, décrit jadis par Adolf Schmidt, qui s'était mépris sur son étendue et sa nature. C'est un trajet intra-conjonctif, ne dépassant pas le centre pédieux, tracé par l'otocyste dans sa migration centripète et dans lequel les otolithes pénètrent aisément par leur pression exercée sur l'otocyste.

» Je dois ajouter que je ne considère point l'otocyste comme un appareil d'audition proprement dit, permettant la perception des ondes sonores, mais comme un organe fournissant à l'animal les notions des ébranlements les plus légers du plan solide sur lequel la sole est appliquée ou du milieu liquide qui l'environne, s'il s'agit d'une espèce aquatique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système nerveux des Ténias.* Note de M. **J. Niemiec**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Il est peu de questions sur lesquelles les naturalistes soient moins d'accord que sur celles qui se rapportent au système nerveux des Cestodes. Les belles découvertes de M. Blanchard ont été longtemps mises en doute. Maintenant que l'existence du système nerveux n'est plus contestée, on cherche à démontrer que les résultats des travaux modernes n'ont rien de commun avec ceux de M. Blanchard. Nous envisageons les travaux de l'éminent naturaliste à un point de vue bien différent. Nous ne pouvons nous empêcher d'exprimer l'admiration qu'ils nous inspirent, car, quoique obtenus par la méthode de simple dissection, ils sont allés, sous certains rapports, plus loin que les travaux faits récemment en Allemagne avec tous les perfectionnements modernes de la technique microscopique.

» M. Blanchard représente le système nerveux du Ténia comme formé de deux puissants ganglions situés dans le scolex; de ces ganglions part une commissure qui les relie et une série de filets nerveux qui se rendent au rostre, aux ventouses et à la chaîne de proglottides.

» M. Monniez ajoute à ces faits que, chez le *Tænia serrata,* il existe dans le rostre un anneau nerveux dont partent huit branches qui se dirigent vers le bas. Néanmoins les connaissances que nous possédions sur la disposition de l'ensemble du système nerveux étaient très fragmentaires et contradictoires.

» Nos propres recherches ont porté sur les quatre espèces suivantes de Ténias, à savoir : *T. cœnurus*, *T. elliptica*, *T. serrata* et *T. mediocanellata*. Elles

ont été faites par la méthode des coupes, exécutées par séries, à l'épaisseur moyenne de $0^{mm},01$, et cela dans deux, trois et même quatre directions différentes pour un même objet. Elles ont été suivies d'une reconstruction faite sur les dessins.

» Je résume brièvement les résultats de ce travail :

» Immédiatement au-dessous de l'angle interne des crochets du rostre, se trouve un anneau nerveux qui envoie supérieurement une série de rameaux à la musculature des crochets. Inférieurement partent de ce même anneau huit nerfs. Le point de départ de chacun de ces derniers présente un léger renflement à cellules ganglionnaires; on pourrait donc le considérer comme un petit ganglion. Des huits nerfs descendants, il y en a de chaque côté deux qui aboutissent à l'un des ganglions principaux du scolex.

» La commissure qui relie ces ganglions principaux présente à son milieu un renflement considérable que je nommerai le *ganglion central*. La commissure portera le nom de *commissure principale*. Du ganglion central partent, perpendiculairement à la commissure principale, deux autres commissures qui se bifurquent et aboutissent chacune à une paire de ganglions secondaires. Ces derniers se relient d'autre part chacun à l'une des quatre branches descendantes qui restent, si l'on fait abstraction de celles qui se rendent aux ganglions principaux.

» La commissure, bifurquée à chaque extrémité, qui relie ces quatre ganglions, portera pour nous le nom de *commissure transversale*.

» Les quatre nerfs des ganglions secondaires se continuent par le bas jusque dans la région où les proglotties sont en voie de formation, et probablement au delà, jusque dans la chaîne toute formée; mais ici ils se sont soustraits à mes recherches.

» Chacun des ganglions principaux envoie en arrière trois nerfs, dont un médian plus fort et deux latéraux plus minces. Ces six nerfs s'étendent à toute la chaîne des proglotties. Dans la région située en arrière du scolex, s'ajoute à ces six sections transversales celle des quatre nerfs cités plus haut, soit dix en tout, dont trois à chacun des bords étroits et deux près de chacune des faces aplaties.

» De chaque ganglion latéral partent en outre quatre filaments déliés, dont deux se rendent aux muscles de la ventouse correspondante. Les ventouses sont en outre innervées par les ganglions secondaires; ce sont sans doute ces derniers filaments que M. Blanchard a rencontrés chez *Tœnia serrata*. La méthode de simple dissection ne pouvait lui révéler leur rapport avec l'ensemble du système nerveux.

» Nos recherches nous permettent de dire à ce sujet que le ganglion principal envoie de part et d'autre des nerfs latéraux qui suivent la paroi de la ventouse et se réunissent aux extrémités de la commissure transversale et conséquemment aussi avec les quatre nerfs latéraux qui descendent de l'anneau supérieur. Des points de réunion partent des nerfs de second ordre qui se rendent aux ventouses. Ces petits centres ganglionnaires ne se trouvent donc pas au centre de la ventouse, comme l'admettait M. Blanchard.

» Tous ces nerfs, qui réunissent les ganglions principaux aux renflements ganglionnaires des nerfs longitudinaux, se trouvent à un même niveau transversal et forment une figure octogone que je nommerai la *commissure polygonale supérieure*. Immédiatement au-dessous se trouve une seconde figure analogue, formée par la seconde série de commissures nerveuses. Ce sera notre commissure polygonale *inférieure*.

» Chez le *Tænia serrata* s'ajoutent encore des ganglions secondaires dont partent également, de chaque côté, des nerfs pour les muscles des ventouses. Ces nerfs se perdent bientôt au milieu des fibres musculaires.

» Cette description se rapporte surtout aux *Tænia cœnurus* et *serrata*. Les légères différences qui existent entre ces deux espèces sont décrites en un autre endroit, où j'indique en même temps les différences plus grandes que présente le système nerveux des *Tænia elliptica* et *mediocanellata*.

» Au point de vue histologique, il est à noter que les faisceaux nerveux traversent le parenchyme sans en être séparés par une enveloppe propre. e n'ai trouvé de véritables cellules ganglionnaires que dans le scolex. Les autres cellules nerveuses en diffèrent notablement et possèdent de petits noyaux ovales.

» La signification de ce système nerveux au point de vue de l'anatomie comparée est encore obscure. On ne peut comparer les commissures polygonales à un anneau œsophagien, car alors le ganglion central serait inexplicable. Nous poursuivons nos recherches, afin de résoudre, si c'est possible, ce problème de morphologie générale [1].

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de M. le professeur H. Fol, à l'Université de Genève.

ZOOLOGIE. — *Sur le Tétraptère* (Tetraplatia volitans, *Busch*). Note de M. C. Viguier, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les coups de vent qui ont régné sur la côte, pendant ces dernières semaines, ont amené dans le port d'Alger un assez grand nombre d'animaux pélagiques intéressants, parmi lesquels un petit Cœlentéré, le *Tetraplatia volitans,* qui paraît fort rare, et dont les relations problématiques ont déjà exercé la sagacité de plusieurs auteurs. Ces animaux n'ont encore, à ce que je sache, été vus que trois fois. Ils furent observés d'abord à Malaga par Busch, qui leur donna le nom qu'ils portent. Mais son travail, qui date de 1851 et que je ne connais que de seconde main, paraît fort défectueux. Krohn les retrouva à Messine pendant l'hiver de 1853-54, et publia à leur sujet une Communication préliminaire dans les *Archives de Müller* de 1853, et un petit Mémoire, avec une Planche, dans les *Archiv für Naturgeschichte* de 1865. Pendant cet intervalle de dix ans, il n'avait pu retrouver ces intéressants animaux, et se décidait à publier des observations évidemment incomplètes, mais presque toutes remarquablement exactes. Claus rencontra également ce type à Messine en 1877, et, croyant le découvrir, lui donna le nom de *Tetrapteron*. Retrouvant ensuite le travail de Busch, il mit le nom de *Tetraplatia* (en synonymie) en tête du Mémoire qu'il publia à ce sujet dans les *Archiv für Mikr. Anat.* de 1878. Bien que mieux choisi, le nom de *Tetrapteron* ne saurait évidemment demeurer comme nom zoologique, l'autre ayant été employé par Busch et par Krohn; mais je le conserverai comme nom français. Les Communications de Krohn sont, du reste, absolument passées sous silence par Claus, qui donne comme nouvelles plusieurs choses déjà fort bien vues par son prédécesseur, et Leuckart, qui relève cet oubli dans le *Bericht* de 1877-78 (*Arch. für Naturgesch.*, 1879), ne connaît encore que la première Note de Krohn. Pour tout ce qui touche à l'animal vivant, les observations de ce dernier sont bien plus parfaites; par contre, pour l'Histologie, le travail de Claus a seul de l'importance.

» Krohn considérait ses sujets comme des ormes larvaires, probablement de Méduses; tout en reconnaissant la grande différence qui les sépare des jeunes formes de Méduses connues jusqu'ici, Claus, au contraire, regarde le Tétraptère comme un type indépendant, et je partage sa manière de voir; mais il en fait un intermédiaire entre l'Hydre et la Méduse, ce qui suppose démontré que la Méduse ne répond qu'à un seul Polype.

W. Fewkes, qui a récemment publié quelques réflexions à ce sujet dans l'*American Naturalist* (1883), y voit, au contraire, un intermédiaire entre les Méduses craspédotes et les Cténophores (type *Ocyroe*), ce qui, du moins, laisse en suspens ce point de théorie, mais ne me semble guère justifié. J'ignore encore l'opinion d'Haeckel, qui a, paraît-il, consacré un passage au Tétraptère dans son *System der Medusen*, la bibliothèque d'Alger, fort incomplète, ne possédant pas cet Ouvrage. Je me propose, du reste, de reprendre ailleurs cette discussion. Pour le moment, je veux me borner à une observation intéressante; mais l'animal est si peu connu qù'il est bon d'en dire un mot.

» On peut se figurer le Tétraptère comme un être en forme d'octaèdre allongé, avec tous les angles arrondis. Les dimensions extrêmes de l'animal varient de $1^{mm},5$ à 5^{mm} pour la longueur du grand axe. A l'un des sommets aigus de l'octaèdre siège la bouche, nettement carrée, alors qu'on la regarde de face et que l'animal est au repos. Cette dernière remarque est importante; car le corps change très fréquemment de forme, et peut se contracter en tous sens. Tantôt c'est la pyramide aborale de l'octaèdre qui se réduit à un petit hémisphère, tandis que la pyramide orale s'allonge en un tube démesuré; tantôt, au contraire, c'est celle-ci qui s'évase en coupe, tandis que la première se prolonge en pointe aiguë. Ce corps si remarquablement contractile est revêtu d'une fine toison ciliaire, qui ne saurait du reste jouer aucun rôle locomoteur. Celui-ci est rempli par les quatre nageoires membraneuses auxquelles l'animal doit ses divers noms, et qui s'insèrent dans des enfoncements situés au niveau du milieu des quatre angles dièdres obtus de l'octaèdre, et par conséquent dans la région médiane du corps. Ces nageoires sont rétractées quand l'animal progresse par les contractions de son corps; mais, lorsque la forme de celui-ci redevient parfaitement régulière, elles peuvent battre l'eau par des mouvements rythmiques (j'en ai compté vingt en quinze secondes), qui rappellent tout à fait par leur allure les contractions brusques de l'ombrelle d'une Méduse. Elles sont profondément bilobées; et chaque lobe se replie sur lui même, à peu près comme une aile d'oiseau, suivant la comparaison très juste de Claus.

» Chacun des lobes porte en dessous, près de son point d'insertion, un corps fortement réfringent qui brille d'un vif éclat dans le champ obscur de la lumière polarisée. On constate aisément, au microscope, que ces corps réfringents font partie d'une petite sphère, dont le reste est de structure nettement cellulaire, et qui est attachée par un très court pédicule à

la paroi d'une chambre environ deux fois plus grande qu'elle. Cette chambre est revêtue de très petites cellules, qui montrent parfois un mouvement ciliaire assez vif.

» Tout ceci, sauf toutefois l'action sur la lumière polarisée, avait été déjà signalé par Claus; mais il assigne, ainsi du reste que Krohn, une forme prismatique hexagonale au corps réfringent; et tous deux, le nommant *otolithe*, comparent les organes aux corps marginaux des Méduses vésiculates. En réalité, nous n'avons pas affaire à une forme prismatique. Le corps réfringent a exactement la forme d'un champignon à chapeau épais, et à pédicule court, arrondi au bout. La surface convexe du chapeau fait partie de la surface de la sphère celluleuse dont nous avons parlé, et les cellules qui la bordent sont beaucoup plus petites, non seulement en surface, mais en profondeur, que celles de l'hémisphère opposé. Il en résulte une sorte de chambre centrale, qui est presque entièrement remplie par le pédicule du champignon. Suivant la direction dans laquelle se présente l'organe, l'aspect varie beaucoup; et souvent, en effet, on croit voir une apparence hexagonale; mais ce n'est là qu'une illusion. Pas plus que Claus, je n'ai réussi à découvrir des fibres que l'on puisse regarder comme nerveuses; non plus que des cellules ganglionnaires ou sensorielles. On ne voit donc guère comment pourraient se transmettre les vibrations du soi-disant otolithe. Nous sommes assez loin déjà de ce qu'on observe chez les Méduses hydroïdes; mais il y a plus encore, outre la différence d'aspect dans la lumière polarisée, les organes sensoriels de celles-ci se séparent des corps réfringents des Tétraptères par un caractère fort net. Lorsqu'on les traite par l'acide acétique, on ne tarde pas à voir disparaître l'otolithe calcaire, qui fond régulièrement, tout en restant transparent jusqu'à la fin. Rien de pareil ne se passe chez notre type. Le corps réfringent brunit par l'action de l'acide, ainsi que les cellules environnantes, mais conserve presque entièrement sa forme et son volume. Enfin, j'ai observé que ces corps peuvent briller spontanément d'une vive lueur bleue. Je ne m'étonne point toutefois que cette phosphorescence ait échappé à mes prédécesseurs; car, bien que j'aie gardé plusieurs jours un certain nombre de ces animaux, je n'ai constaté le phénomène qu'une seule fois, mais avec la plus grande netteté.

» Tous ceux qui ont parlé du Tétraptère ont argué de la présence de ces prétendus otolithes pour rapprocher ces animaux des Méduses. Sans vouloir, ainsi que je le disais plus haut, reprendre ici cette discussion, j'ai cru bon de montrer dès à présent que le principal argument n'a point la valeur qu'on lui attribuait. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la spermatogénèse des Crustacés décapodes.* Note de M. **Arm. Sabatier**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Mes recherches ont spécialement porté sur les genres *Astacus, Carcinus, Crangon, Pagurus, Scyllarus.* Elles ont été poursuivies pendant décembre et janvier. Le processus de spermatogénèse a présenté, pour le fond, une si grande uniformité, que je ne doute pas qu'il soit très général dans ce groupe.

» Chez les *Astacus*, notamment, on voit au début quelques-uns des noyaux aplatis de la paroi conjonctive de cul-de-sac testiculaire se segmenter par une voie directe, puis grossir, devenir sphériques et faire saillie dans la cavité du cul-de-sac. Ces noyaux, composés d'abord d'un protoplasme homogène avec un nucléole central, petit et très réfringent, grossissent beaucoup et présentent bientôt un réseau à grains chromatinés; la zone de protoplasme qui les entoure, d'abord à peine visible, s'épaissit progressivement. Il en résulte de grosses cellules, de $0^{mm},06$ à $0^{mm},08$ de diamètre, avec un gros noyau, qui tapissent la paroi du cul-de-sac et le remplissent presque entièrement. Ce sont les *protospermatoblastes* formés par la segmentation directe des cellules des parois ou spermatogonies.

» Dans chacun de ces protospermatoblastes naissent dans le protoplasme, au voisinage du noyau, plusieurs grains réfringents chromatinés qui s'agrègent et se fusionnent. Ainsi sont formées, par *genèse directe,* plusieurs masses homogènes réfringentes, se colorant vivement. Elles sont d'abord très aplaties, minces, à contour irrégulier, appliquées plus ou moins à la surface du noyau et envahissent peu à peu toute l'épaisseur de la couche protoplasmique. Ces masses ou *deutospermatoblastes* subissent quelques segmentations directes. Il y en a de 4 à 6 en moyenne sur la coupe optique de la cellule.

» Les deutospermatoblastes grossissent, deviennent sphériques, acquièrent un petit nucléole central très réfringent. Ces éléments ainsi constitués vont *à eux seuls* former les spermatozoïdes. Pendant ce temps les noyaux des protospermatoblastes deviennent pâles et s'atrophient. A cette phase les culs-de-sac testiculaires renferment des noyaux granuleux, pâles, difficiles à distinguer (noyaux des protospermatoblastes), enfouis au milieu d'un nombre bien plus grand de corps réfringents et colorés, plus ou moins sphériques, les deutospermatoblastes devenus libres par suite de la désagrégation du corps cellulaire. A une phase ultérieure, tous les noyaux des protospermatoblastes ont disparu et le cul-de-sac est rempli de deutospermatoblastes

plongés dans un milieu granuleux, sans chromatine, constitué par les débris du corps cellulaire du protospermatoblaste.

» Les deutospermatoblastes, parvenus à leur volume maximum, $0^{mm},02$, chez les *Astacus*, constituent des éléments cellulaires à petit nucléole, dans lesquels la chromatine est à l'état diffus et où le noyau ne s'est pas encore différencié. Ils subissent les modifications suivantes : il se fait d'abord une condensation progressive qui constitue au centre un gros noyau entouré d'une couche de protoplasme clair, *chromatiné*, dont l'épaisseur croît à mesure que le noyau se condense. Ce dernier, d'abord homogène, devient granuleux. En même temps apparaissent dans le protoplasme, au voisinage du noyau, des grains très réfringents et très chromatinés dont la formation est accompagnée de la décoloration rapide du protoplasme. D'autre part, le noyau se ratatine, devient plat, est discoïde et se décolore peu à peu. Les grains chromatinés du protoplasme se portent à la surface de la cellule vers les extrémités opposées d'un diamètre perpendiculaire aux faces du noyau aplati. A l'une des extrémités se portent un très petit nombre de grains. Vers l'autre se dirigent la plupart des grains qui se confondent plus ou moins et tapissent un segment de sphère correspondant au tiers environ. Ce segment se dessine alors comme une coupole à parois épaisses, très réfringentes et très colorées. En même temps, le centre de la coupole s'amincit et le noyau est poussé dans la cavité de la coupole dont la voussure s'accroît et qui forme à la surface de la cellule une saillie comparable à celle de la cornée sur la sclérotique. Ces phénomènes de transport, de voussure et d'amincissement central de la coupole me paraissent être en relation avec la double polarité de la cellule par rapport à un axe déterminé, que j'ai signalée dans l'expulsion des globules polaires. Le noyau s'atrophie, ne se colore plus, se réduit à un ou deux grains jaunes et finit même par disparaître entièrement. Le centre chromatiné de la coupole disparaît, d'où résulte la forme d'anneau brillant qui caractérise le nodule céphalique. Une couronne de prolongements protoplasmiques incolores complète les spermatozoïdes. Les phénomènes fondamentaux sont identiques chez les *Scyllarus* et les *Crangon*.

» Chez les *Carcinus* et les *Pagurus*, les mêmes phénomènes ont lieu aussi, mais avec cette différence que les deutospermatoblastes, d'abord volumineux, subissent plusieurs segmentations directes successives et parviennent ainsi à un petit volume.

» Ce qu'il importe de noter, c'est que jusqu'à présent on s'est mépris sur l'origine et la signification de l'élément qui forme le spermatozoïde

chez les Crustacés. On l'a pris en effet pour un élément cellulaire provenant d'une *vraie segmentation* des cellules mères. Telle est l'opinion de Grobben, Nussbaum et Hermann.

» Nous avons vu que c'est un corpuscule né par *genèse directe*, dans le protoplasme du protospermatoblaste. Il est donc rigoureusement l'homologue des corpuscules nés dans le vitellus de l'œuf et qui forment les *cellules du follicule*. Les processus de formation, de division directe, de transport centrifuge, sont identiques et l'on peut retrouver dans le deutospermatoblaste toutes les particularités que j'ai décrites à propos des cellules du follicule et du testa des œufs de Tuniciers (*Revue des Sciences naturelles*, 1883; *Recueil zoologique suisse*, 1884). Ce sont des éléments qui se différencient au sein du protoplasme de l'ovule neutre ou hermaphrodite et qui représentent l'élément mâle, tandis que le noyau en représente l'élément femelle. La différenciation sexuelle de la cellule résulte de l'élimination de l'un ou de l'autre des deux éléments.

» La spermatogénèse des Décapodes rentre complètement dans la règle générale, que j'ai déjà formulée ailleurs pour des animaux appartenant à d'autres groupes. J'ajoute que leur ovogénèse est soumise aux mêmes règles, car j'ai constaté sur les œufs très jeunes une formation identique pour les cellules du follicule.

» Grobben et Nussbaum ont vu naître dans le protoplasme du spermatoblaste de l'*Astacus* un des corpuscules que j'ai décrits plus haut. Mais l'un et l'autre l'ont regardé comme une formation fugace et n'ont pas saisi son importance capitale. Hermann a cru que ce corps était appelé à constituer le nodule céphalique, tandis qu'il donne naissance au spermatozoïde tout entier. Les trois naturalistes susnommés ont attribué à la cellule mère les transformations dont le siège unique est le deutospermatoblaste né par *genèse* dans le protoplasme de la cellule-mère (1). »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence de Mollusques pulmonés terrestres dans le terrain permien de Saône-et-Loire*. Note de M. P. **Fischer**, présentée par M. A. Gaudry.

« Les couches fossilifères du terrain permien de Saône-et-Loire, qui, depuis quelques années, ont fourni d'admirables spécimens de Reptiles, de Batraciens, de Poissons, de Crustacés et de Plantes, paraissaient dépour-

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de la Station zoologique de Cette.

vues de Mollusques terrestres, ainsi que les formations continentales du même âge en Europe.

» Cette lacune vient d'être comblée. Dans une couche marneuse à végétaux (*Walchia, Odontopteris, Callipteris obliqua*), de Chambois, près Autun, M. B. Renault a trouvé une empreinte de coquille qu'il m'a communiquée, et dont l'examen m'a donné la preuve de l'existence à cette époque d'un Mollusque de la famille des *Pupidæ*, qui compte déjà un certain nombre de représentants dans les terrains paléozoïques. J'ai rapporté cette forme au genre *Dendropupa* créé par R. Owen pour la coquille terrestre la plus commune du houiller de la Nouvelle-Écosse.

» Le *Dendropupa Walchiarum*, Fischer, est caractérisé par sa coquille imperforée, allongée, cylindro-conique; les tours de spire, au nombre de 7, sont un peu convexes, ornés de costulations rayonnantes, assez fortes, serrées, saillantes, légèrement obliques, paraissant moins prononcées sur le dernier tour; celui-ci n'atteint pas la moitié de la longueur totale; le sommet est assez aigu, la suture est bien marquée, l'ouverture n'est visible qu'en partie: longueur 12^{mm}, largeur 4^{mm}.

» Les dimensions du *Dendropupa Walchiarum* dépassent un peu celles du *Dendropupa vetusta,* Dawson, fossile de la Nouvelle-Écosse; la forme est différente, les tours de spire sont moins nombreux (7 au lieu de 9), moins courts; les costulations paraissent plus saillantes. L'ouverture, quoique très incomplète, n'est pas contractée et a dû être privée de dents ou de plis.

» Mais ces caractères n'ont qu'une valeur spécifique, et la forme du permien ne peut être rapprochée que des *Dendropupa*, remarquables par leur apparence de *Buliminus* et leurs affinités avec une espèce vivante de l'Amérique du Nord : *Pupa fallax,* Say, type du genre *Leucochila,* Albers, et intercalée, d'autre part, dans le groupe *Pupoides*, Pfeiffer.

» L'existence bien constatée d'un Mollusque pulmoné terrestre dans le permien de Saône-et-Loire nous permet d'espérer qu'on exhumera bientôt une série de ces animaux dans cette formation fossilifère et même dans le houiller d'Europe.

» En Amérique, depuis 1853, on a signalé successivement sept espèces de Gastropodes à respiration aérienne, dans le dévonien et le houiller. La plupart de ces coquilles étaient logées dans des troncs de *Sigillaria* et associées à des débris de Reptiles et de Myriapodes. L'espèce la plus répandue (*Dendropupa vetusta*) est aujourd'hui parfaitement connue; on a même décrit ses œufs et la coquille de son embryon.

» La liste des Mollusques pulmonés signalés jusqu'à présent dans les terrains primaires ([1]) peut être ainsi établie :

» 1° *Strophites grandæva*, Dawson. — Dévonien de Saint-John (Nouveau-Brunswick), dans les couches à végétaux (Plant-beds).

» 2° *Dendropupa vetusta*, Dawson. — Du houiller de South Joggins (Nouvelle-Écosse).

» 3° *Dendropupa Bigsbyi*, Dawson. — South Joggins.

» 4° *Pupa vermillionensis*, Bradley. — Houiller de l'Indiana.

» 5° *Anthracopupa Ohioensis*, Whitfield. — Houiller de Marietta (Ohio).

» 6° *Zonites priscus*, P. P. Carpenter. — Houiller de South Joggins.

» 7° *Dawsonella Meeki*, Bradley. — Houiller de l'Indiana.

» 8° *Dendropupa Walchiarum*, Fischer. — Permien d'Autun.

» Sur ces huit espèces, six appartiennent à la famille des *Pupidæ* et étaient probablement arboricoles comme un grand nombre de *Pupidæ* actuels; l'espèce de *Zonites* rappelle la forme des petits *Hyalinia* actuels ; enfin le genre *Dawsonella* a l'apparence du genre *Helicina*, qui est un Pulmoné operculé actuel. Ces Mollusques sont donc répartis en trois familles et ne diffèrent presque pas des types modernes, tandis que les Gastropodes marins des mers permo-carbonifériennes montraient une dissemblance remarquable avec les animaux marins actuels.

» Ce chiffre de huit espèces paraît bien faible, en comparaison du nombre des Reptiles, des Insectes et des Plantes déjà connus dans les formations continentales des terrains de transition; et l'on se demande quelle est la cause de la rareté des Mollusques pulmonés à cette époque.

» On ne peut pas dire que le calcaire indispensable aux Pulmonés terrestres à coquille leur ait fait défaut. Il a été constaté en effet que la coquille des *Dendropupa vetusta* était aussi solide que celle des coquilles actuelles; et d'ailleurs, durant la période houillère, les calcaires dévoniens et carbonifériens étaient déjà soulevés.

» Peut-être la végétation dominante de cette époque (Fougères et Phanérogames gymnospermes) était-elle peu propice à la multiplication des Mollusques ; peut-être aussi les continents sans grands reliefs et à vastes plages inondées, transformées en lagunes, rendaient-ils difficiles les condi-

---

([1]) Dans cette liste ne sont pas compris les fossiles décrits sous les noms de *Microconchus, Palæorbis, Gyromices*, etc., qui ont été considérés par quelques auteurs comme des coquilles de Mollusques pulmonés, mais qui paraissent être simplement des tubes d'Annélides (*Spirorbis*).

tions d'existence de ces animaux. Quoi qu'il en soit, leur rareté est un fait indiscutable et qui doit être un stimulant pour les recherches des paléontologistes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau mode de transmission du Mildew de la Vigne.* Note de M. **Fréchou**, présentée par M. Duchartre.

« Le Peronospora de la Vigne, vulgairement nommé aujourd'hui du nom anglais de Mildew (prononcé Mildiou), possède deux sortes d'organes de reproduction : les conidies, qui ont pour mission de propager le Cryptogame et les spores dormantes, destinées à sa conservation.

» On sait avec quelle facilité germent les conidies. Si on les sème dans l'eau, on ne tarde pas à voir leur contenu expulsé sous la forme de petits corpuscules doués de mouvement. Ces corpuscules ou zoosporidies sont pourvus d'une vacuole centrale, d'où partent deux cils vibratiles dirigés en sens contraire. Le cil antérieur, extrêmement mobile et recourbé aux deux tiers environ de sa longueur, fouette le liquide et fait avancer la sporule vivante; tandis que celui qui est dirigé vers l'arrière est à peu près rigide et semble jouer le rôle de gouvernail.

» Dans ces essais de germination, il arrive souvent, surtout pour les macroconidies, organes d'une forme toute spéciale et beaucoup plus volumineux, que leur contenu n'est pas expulsé en entier. Il reste alors un ou deux corpuscules emprisonnés qui, roulant d'abord l'un sur l'autre, finissent, après cessation de tout mouvement, par émettre un tube de germination; ce germe franchit quelquefois l'ouverture de la cellule mère, de sorte qu'il semble au premier abord que la conidie germe directement, mais il suffit d'une observation attentive du phénomène pour réduire les faits à leur juste valeur. Le caractère essentiel des conidies et des macroconidies est de germer par zoosporidies et de perdre rapidement leur pouvoir germinatif; aussi ce mode de reproduction est-il absolument limité à la période estivale.

» C'est dans le parenchyme de la feuille de Vigne envahie, sur la partie moyenne du thalle du Champignon ou bien aux extrémités de ses rameaux que se produisent les spores dormantes dues à la fécondation de l'oosphère par l'anthéridie. Ces spores, plus volumineuses que les conidies, affectent généralement la forme sphérique et sont protégées par une épaisse enveloppe qui leur permet de séjourner sans altération dans le sol, jusqu'à complète maturité.

» J'ai parlé de la facilité avec laquelle germent les conidies; les faits sont loin de se passer aussi aisément pour les spores dormantes. Lorsqu'on les plonge dans l'eau, cinq ou six jours après leur immersion on en trouve quelques-unes dont l'oospore est vide, et l'on voit dans le liquide nager de nombreuses zoosporidies; mais c'est là une exception; le plus souvent les spores séjournent plus d'un mois dans l'eau avant d'offrir les premiers symptômes d'une germination qui, dans ces dernières conditions, s'effectue par un tube volumineux et très allongé.

» Dans les recherches sans nombre que j'ai faites sur ces spores, je n'ai jamais pu obtenir des conidies, ce qui permet de supposer que, pour atteindre ce résultat, l'intervention de la plante nourricière est indispensable.

» On croyait, jusqu'à présent, que la possibilité de transmission du Mildew, de l'automne au printemps suivant, reposait uniquement sur l'existence et sur la germination de la spore dormante; mes observations me permettent de signaler un second moyen beaucoup plus direct et, par suite, plus dangereux.

» Lorsqu'on cueille, avant leur chute, des feuilles malades et qu'on les conserve soigneusement à l'abri d'une trop grande humidité, on constate, après un délai de cinq ou six mois, sur le pourtour des taches causées par le Champignon, la production de filaments conidiophores et de nombreux bouquets de macroconidies, dont les stérigmates, longs et dressés en faisceaux, s'élèvent directement du mycélium. Ces productions offrent une si grande variété de formes qu'il n'est guère possible d'en donner une description exacte; on peut dire qu'en général le type macroconidien est dominant.

» Ainsi donc un fragment de feuille de Vigne, séché et préservé par une circonstance fortuite de la pourriture en hiver, peut devenir, dès que les conditions extérieures se montrent favorables, un véritable foyer d'infection. »

GÉOLOGIE. — *Tremblements de terre en Espagne.* Note de M. **Macpherson**, présentée par M. Hébert.

« Plus je m'occupe du phénomène des tremblements de terre de l'Espagne, plus je le vois étroitement lié à la structure géologique du pays.

» Considéré dans son ensemble, le mouvement s'est propagé du sud au

nord, presque perpendiculairement à la chaîne Bétique et aux plus importantes *failles*, ou dislocations anciennes de l'Espagne méridionale.

» Les failles sud-nord, parallèles à la direction de l'ébranlement et qui coupent transversalement la chaîne Bétique, doivent nécessairement accroître l'intensité du mouvement, tandis que les failles est-ouest ou à peu près, transverses à la direction du mouvement, doivent faire l'effet de *tampons* et amortir la propagation. C'est en effet ce qui a lieu dans la partie de l'Espagne ébranlée par le tremblement de terre du 25 décembre, c'est-à-dire celle qui est comprise entre la Méditerranée et la chaîne centrale, au nord de Madrid.

» Cet espace, au point de vue du mouvement, se divise en trois régions : la première, au sud, restreinte à une partie de la chaîne littorale, a été fortement ébranlée; la deuxième, comprenant toute l'Andalousie, dans laquelle le mouvement a été relativement intense; la troisième, embrassant tout le plateau central, où l'ébranlement a été faible et est venu mourir à la chaîne carpetane.

» Si l'on examine la structure géologique de ces trois régions, on reconnaît qu'elles sont limitées par des failles parallèles à la chaîne Bétique, et par conséquent transverses au mouvement oscillatoire. Ainsi, dans la première zone, la Serrania de Ronda est composée au sud d'une masse archéenne, avec d'énormes gisements de serpentine, qui vient buter contre les terrains secondaires et tertiaires, s'étendant au nord.

» Cette grande faille, qui paraît se décomposer en une série de failles parallèles et échelonnées vers le sud, peut être suivie non seulement tout le long de la chaîne de Ronda, mais en dehors au nord de Malaga.

» Au nord de cette faille, dans la deuxième zone, les effets de l'ébranlement ont diminué presque subitement, à l'exception des lieux voisins des failles transverses, comme Antequera, Loja, Archedina; ils sont restés presque les mêmes pour toute l'Andalousie, jusqu'au moment où l'ébranlement est arrivé à la grande faille du Guadalquivir, qui limite au sud le plateau central et sépare la deuxième zone de la troisième.

» A partir de cette ligne, le mouvement a continué à se propager à travers la masse du plateau central, mais avec une grande diminution d'intensité, jusqu'à la chaine carpetane au delà de laquelle il ne paraît pas s'être étendu. Il semble que les faibles oscillations du plateau central se soient arrêtées devant les grandes failles qui limitent au sud la chaîne de Guadarama.

» En résumé, plus les faits observés sont nombreux et mieux connus

dans leurs détails, plus il devient évident que la structure géologique du pays a joué, dans le phénomène, un rôle de la première importance. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre ressenti à Landelles (Calvados), le 1er février* 1885. Extrait d'une Lettre de M. **Delamare** à M. Daubrée.

« A $4^h 37^m$ du soir, un bruit souterrain, semblable au roulement lointain du tonnerre, se fit entendre dans ma chambre. En deux ou trois secondes, le bruit se rapprocha. Il arriva une secousse instantanée et très sensible, qui ébranla ma chambre et mes meubles. Le bruit dura quatre à cinq secondes. »

M. E. **Deligny** adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note « Sur une cause probable des tremblements de terre du midi de l'Espagne ».

M. **Lorin** adresse une Note sur les oxalines.

M. **Ch.-V. Zenger** adresse la suite de ses observations héliophotographiques, comparées aux phénomènes atmosphériques et séismiques, aux phénomènes solaires et aux essaims de météorites.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 février 1885.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique; liv. 75. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Leçons sur les maladies des voies urinaires; par le Dr Reliquet; 2e fascicule.

Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le concours Godard.)

Du siège et de la direction des irradiations capsulaires chargées de transmettre la parole; par le Dr BITOT. Paris, aux bureaux du *Progrès médical,* 1884; in-8°.

Vraie nature et vrai remède de la maladie de la vigne appelée le Phylloxera. Conférence faite par M. L. MAILLARD. Saintes, impr. Loychon et Ribéraud, 1885; in-12.

Sur le système solaire et les taches du Soleil; par A. PANSIOT. Lyon, impr. Storck, 1885; in-8°.

Sur les actions verticales exercées par les ménisques capillaires des liquides; par G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1884; in-8°.

Nova acta Academiæ cæsareæ leopoldino-carolinæ germanicæ naturæ Curiosorum, vol. XLV-XLVI. Halle, 1884; 2 vol. in-4°.

Astronomical papers prepared for the use of the « American ephemeris » and « Nautical Almanac »; vol. III, Part II et III. Washington, Bureau of navigation, Navy department, 1884; 2 livr. in-4°.

The zoological record for 1883; *being volume twentieth of the record of zoological literature,* edited by EDWARD CALDWELL RYE. London, John Van Voorst, 1884; in-8° relié.

C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke; dritter Band, herausgegeben von K. WEIERSTRASS. Berlin, G. Reimer, 1884; in 4°.

Europäische Gradmessung. Das Schweizerische Dreiecknetz, herausgegeben von der Schweizerischen geodätischen Commission; zweiter Band. Zurich, S. Höhr, 1885; in-4°. (Six exemplaires.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 FÉVRIER 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Inexactitudes commises par l'emploi des formules usuelles dans la réduction des étoiles polaires et dans la détermination de la collimation astronomique. Termes correctifs pour faire disparaître ces erreurs. Méthode d'observation des polaires à une distance quelconque du méridien;* par M. **Lœwy**.

« Dans la réduction des étoiles polaires, on ne tient compte que d'une manière très imparfaite des erreurs instrumentales : il en résulte deux sortes d'inexactitude notables, soit que l'on calcule le passage au méridien d'une étoile polaire, soit que l'on déduise la collimation astronomique de l'observation d'une circompolaire. La première de ces erreurs est déjà sensible lorsque l'observation est faite près du méridien sur des étoiles situées dans le voisinage immédiat du pôle; la seconde, beaucoup plus importante, devient surtout considérable lorsque l'angle horaire de l'étoile augmente. Dans la pratique, en effet, il se trouve de nombreux cas où l'on est obligé d'observer à une distance notable du méridien, circonstances que l'on rencontre surtout dans les conditions suivantes :

» 1° Dans presque tous les instruments transportables employés aujourd'hui en Allemagne, en Autriche, etc., pour la détermination des longitudes, on ne détermine la collimation que par des procédés astronomiques, et la règle adoptée est de retourner l'instrument sur chaque polaire qui passe. De même, pour l'étude de la flexion dans les observatoires, on est obligé de déterminer la collimation à l'aide des étoiles polaires. Pour effectuer cette détermination avec exactitude, on est contraint d'observer la circompolaire une vingtaine de minutes avant et après son passage au méridien, afin de pouvoir disposer du temps nécessaire au retournement de la lunette. Dans les instruments transportables usités en Allemagne et en Autriche, on ne fait pas encore intervenir le fil mobile dans l'observation des étoiles polaires; on est donc astreint à noter les passages de l'étoile aux fils fixes, et, dans ce cas, l'angle horaire de chacune des deux observations peut dépasser trente minutes de temps.

» 2°. Il arrive fréquemment qu'on est obligé d'observer un autre phénomène au moment du passage de la circompolaire, ou bien, dans la détermination des longitudes, on est appelé à procéder à un échange de signaux. Il arrive encore que des circonstances accidentelles avancent ou retardent l'observation.

» Le procédé usuel dont on se sert dans la réduction des polaires consiste à calculer l'angle horaire τ par la formule suivante

$$\sin\tau = \sin f \operatorname{séc}\delta, \tag{1}$$

où f et δ désignent respectivement la distance angulaire de l'étoile considérée par rapport au plan instrumental et la déclinaison de la polaire. Ayant ainsi évalué la valeur de τ, on ajoute au temps de l'observation l'expression $\tau + m + n \operatorname{tang}\delta + (c - \varkappa) \operatorname{séc}\delta$, dans laquelle m, n et c désignent les constantes instrumentales connues, $\varkappa$ l'aberration diurne, que nous négligerons pour la facilité de l'écriture.

» L'emploi des formules rigoureuses est trop compliqué et devient quelquefois même impossible; cela arrive, lorsque l'on se sert de certaines polaires pour déterminer les constantes instrumentales; on ne dispose donc pas alors de ces éléments pour le calcul de la réduction.

» Pour trouver le vrai angle horaire τ_1 de l'observation, il faut employer la formule

$$\sin(\tau_1 - m) = \operatorname{séc} n \sin(f + c) \operatorname{séc}\delta + \operatorname{tang} n \operatorname{tang}\delta; \tag{2}$$

il s'agit maintenant de déterminer la différence entre

$$\tau_1 \text{ et } \tau + m + n \operatorname{tang}\delta + c \operatorname{séc}\delta.$$

» En retranchant l'équation (1) de l'équation (2), on obtient

$$\begin{aligned}\sin(\tau_1 - m) - \sin\tau \\ &= \sin\tau(\cos c \operatorname{séc} n - 1) + \cos f \sin c \operatorname{séc} n \operatorname{séc} \delta + \operatorname{tang} n \operatorname{tang} \delta \\ &= \sin\tau(\cos c \operatorname{séc} n - 1) + \sin c \operatorname{séc} n \operatorname{séc} \delta \\ &\quad + \operatorname{tang} n \operatorname{tang} \delta - 2\sin^2\frac{f}{2} \sin c \operatorname{séc} n \operatorname{séc} \delta.\end{aligned}$$

» En appelant τ_0 l'angle horaire de l'étoile circompolaire au moment de son passage au plan instrumental, on aura rigoureusement l'équation $\sin(\tau_0 - m) = \sin c \operatorname{séc} n \operatorname{séc} \delta + \operatorname{tang} n \operatorname{tang} \delta$; on peut donc écrire

$$\sin(\tau_1 - m) - \sin\tau = \frac{\sin\tau}{\cos n}(\cos c - \cos n) + \sin(\tau_0 - m) - 2\sin^2\frac{f}{2}\sin c \operatorname{séc} n \operatorname{séc} \delta$$

ou bien

$$\begin{aligned}\sin(\tau_1 - m) - \sin\tau \\ &= \sin(\tau_0 - m) + 2\frac{\sin\tau}{\cos n}\sin\frac{n+c}{2}\sin\frac{n-c}{2} - \sin f \operatorname{tang}\frac{f}{2}\sin c \operatorname{séc} n \operatorname{séc} \delta\end{aligned}$$

ou encore

$$\sin(\tau_1 - m) - \sin\tau = \sin(\tau_0 - m) + \frac{\sin\tau}{\cos n}\left(2\sin\frac{n+c}{2}\sin\frac{n-c}{2} - \operatorname{tang}\frac{f}{2}\sin c\right).$$

» Nous pouvons ici, dans le facteur entre parenthèses, remplacer le sinus par l'arc, et nous aurons, en négligeant $\cos n$,

$$\begin{aligned}\sin(\tau_1 - m) - \sin\tau \\ &= \sin(\tau_0 - m) + \sin\tau\left(\frac{n^2 - c^2}{2} - \frac{cf}{2}\right)\sin^2 1'' = \sin(\tau_0 - m) + \mathrm{B}.\end{aligned}$$

» D'un côté, l'erreur d'observation augmentant à mesure que la déclinaison des astres devient plus forte, et d'un autre côté une inexactitude ε commise dans les mesures expérimentales ou astronomiques des constantes n et c affectant l'observation d'une erreur égale à $\varepsilon \operatorname{séc} \delta$, on peut admettre une erreur de réduction plus considérable pour les étoiles comprises dans la région polaire. En adoptant, pour l'erreur de réduction, comme nous l'avons exposée dans une Communication précédente, la formule $\varepsilon = 0'',01 \operatorname{séc} \delta$, B sera négligeable lorsque sa valeur angulaire

$$\sin\tau\left(\frac{n^2 - c^2}{2} - \frac{cf}{2}\right)\sin 1'' \lesseqgtr 0'',01 \operatorname{séc}\delta \quad \text{ou} \quad \sin f\left(\frac{c^2 - n^2}{2} - \frac{cf}{2}\right)\sin 1'' \lesseqgtr 0,01;$$

cette condition sera remplie *a fortiori* lorsque nous aurons

$$f(c^2 + n^2 + cf) = \frac{0'',02}{\sin^2 1''},$$

et, en mettant $c = n$, on aura

$$f \overline{\lesssim} -c + \sqrt{\frac{0'',02}{\sin^2 1''} + c^2}.$$

En supposant pour n et c la limite de 75″, valeur que ces éléments n'atteindront pas dans la pratique, on trouvera $f \overline{\lesssim} 50'$. Lors donc que n et c seront plus faibles que 75″ et f plus petit que 50′, on sera sûr de ne pas commettre une erreur de 0″,01 sécδ en posant $\frac{\sin(\tau_1 - m) - \sin\tau}{\sin 1''} = \frac{\sin(\tau_0 - m)}{\sin 1''}$ ou $2\sin\frac{(\tau_1 - \tau - m)}{2} = \frac{\sin(\tau_0 - m)}{\cos\left(\frac{\tau_1 + \tau - m}{2}\right)} = C$, équation à laquelle on peut substituer, dans une première approximation,

$$\tau_1 - \tau - m = \frac{\tau_0 - m}{\cos\tau} \quad \text{ou} \quad \tau_1 - \tau - m = \frac{n \operatorname{tang}\delta + c \operatorname{séc}\delta}{\cos\tau}.$$

On voit ainsi que, dans la réduction usuelle, on remplace cosτ par l'unité. En adoptant pour $(n + c)$ la valeur de 2^s de temps, ce qui peut arriver dans les observatoires permanents et, à plus forte raison, lorsqu'on agit avec des instruments transportables, et en adoptant pour τ_1 la valeur de 20^m, on introduira une erreur de réduction qui sera, pour 2320 B. A. C., égale à $0^s,44$; pour des étoiles situées à 20′ du pôle, elle sera de $1^s,4$, et, pour l'étoile située à 5′ du pôle, $5^s,5$. En adoptant pour τ la valeur de 30^m, on aura, pour les trois cas précités, les erreurs suivantes : $1^s,3$; $3^s,5$; $13^s,8$.

» L'application du terme correctif que nous venons d'indiquer a une importance fondamentale à un autre point de vue. L'étude des étoiles très voisines du pôle a été, pour ainsi dire, complètement délaissée jusqu'à l'époque moderne à cause des difficultés d'observation et de calcul et à raison de l'incertitude qui existait au sujet de l'emploi des formules approchées. Les nouvelles recherches fournissent un mode de détermination très simple des polaires, en supprimant l'obstacle principal qui existait jusqu'à présent, celui résultant de la réduction, et en montrant que l'observation peut se faire sans complication de calcul à une distance quelconque du méridien. Dans une Communication ultérieure, nous indiquerons les recherches dans lesquelles il est non seulement avantageux, mais même nécessaire, au point de vue de la précision, d'observer les polaires à une grande distance du méridien. En outre, nous ferons connaître, pour les autres études, jusqu'à quelle distance il est permis d'observer en dehors du méridien.

» On peut écrire l'équation C sous la forme suivante :

$$2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}=\frac{\sin(\tau_0-m)}{\cos\left(\frac{\tau'-\tau-m}{2}+\tau\right)}$$

ou

$$\sin(\tau_1-\tau-m)\left(1-2\sin^2\frac{\tau}{2}\right)-2\sin^2\frac{\tau_1-\tau-m}{2}\sin\tau=\sin(\tau_0-m)$$

et ensuite

$$\sin(\tau_1-\tau_0-m)=\sin(\tau_0-m)+2\sin^2\frac{\tau}{2}\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}+2\sin^2\frac{\tau_1-\tau-m}{2}\sin\tau.$$

» Dans la réduction ordinaire, on suppose $\sin(\tau_1-\tau)=\sin(\tau_0-m)$; on néglige donc, en vérité, deux termes correctifs dont l'un, le plus important, $2\sin^2\frac{\tau}{2}\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}$, provient de ce que l'on met $\cos\tau=1$, et l'autre, comme nous le verrons plus tard, devient cependant sensible pour les étoiles dans le voisinage du pôle. A 10^m du méridien et à $5'$ du pôle et en supposant $n+c=2^s$, ce terme devient environ 3^s. En faisant la somme de ces deux termes correctifs, on arrive finalement à l'équation suivante :

$$\sin(\tau_1-\tau-m)=\sin(\tau_0-m)+4\sin\frac{\tau}{2}\sin\frac{\tau_1-m}{2}\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}.$$

» Dans la réduction ordinaire, on néglige intégralement le terme

$$4\sin\frac{\tau}{2}\sin\frac{\tau_1-m}{2}\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}.$$

» Lorsque les valeurs de m et $n+c$ seront plus faibles que $2^s,3$ et que l'angle horaire τ ne dépassera pas quatre heures, on pourrait supprimer, dans le dénominateur de l'équation (C), le facteur m; on peut alors écrire

$$2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}=\frac{\sin(\tau_0-m)}{\cos\frac{\tau_1+\tau}{2}}.$$

» En effet, nous avons

$$2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}=\frac{\sin(\tau_0-m)}{\cos\frac{\tau_1+\tau}{2}\cos\frac{m}{2}+\sin\frac{\tau_1+\tau}{2}\sin\frac{m}{2}}$$

ou

$$2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}\cos\frac{\tau_1+\tau}{2}=\sin(\tau_0-m)-2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}\sin\frac{\tau_1+\tau}{2}\sin\frac{m}{2}$$
$$+4\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}\cos\frac{\tau_1+\tau}{2}\sin^2\frac{m}{4},$$

$$2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}=\frac{\sin(\tau_0-m)}{\cos\frac{\tau_1+\tau}{2}}-2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}\left(\tan\frac{\tau_1+\tau}{2}\sin\frac{m}{2}-2\sin\frac{m}{2}\right).$$

» En remplaçant $2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}$ par $\frac{(n+c)\,\text{séc}\,\delta\sin 1''}{\cos\tau}$ et en considérant que $2\sin^2\frac{m}{4}$ est d'ordre inférieur par rapport au terme $\text{tang}\frac{\tau_1+\tau}{2}\sin\frac{m}{2}$, on aura

$$2\sin\frac{\tau_1-\tau-m}{2}=\frac{\sin(\tau_0-m)}{\cos\frac{\tau_1+\tau}{2}}+(n+c)\,\text{séc}\,\delta\sin^2 1''\frac{\text{tang}\,\tau}{\cos\tau}\frac{m}{2};$$

par conséquent, le second terme de cette équation sera négligeable lorsque

$$(n+c)\,\text{séc}\,\delta\sin 1''\frac{\text{tang}\,\tau}{\cos\tau}\frac{m}{2}=0'',01\,\text{séc}\,\delta.$$

En supposant m et $(n+c)$ de même grandeur, on aura facilement

$$n+c \quad \text{ou} \quad m \leqq \sqrt{\frac{0'',02\cos\tau}{\text{tang}\,\tau\sin 1''}},$$

et, en adoptant $\tau=4^h$, on aura aussi

$$n+c \quad \text{ou} \quad m \leqq 35'' \leqq 2^s,3.$$

Pour $\tau=5^h$, m et $(n+c)$ ne peuvent dépasser qu'une seconde de temps.

» Nous fournirons ultérieurement une table qui donnera pour les valeurs de (τ_0-m) jusqu'à 10^m et pour les valeurs de l'angle horaire τ jusque 4^h le terme correctif $\tau_1-(\tau+\tau_0)$. De sorte qu'on pourra facilement observer les polaires à un moment quelconque, dans l'intervalle de seize heures, et effectuer la réduction avec une très grande exactitude.

» Il nous reste encore à examiner si, en observant à une aussi grande distance du méridien, l'inclinaison du réticule n'entache pas d'une erreur appréciable la réduction au méridien. En désignant par i l'inclinaison du fil horizontal, en appelant τ_2 le vrai angle horaire, et en supposant qu'on observe les polaires à peu près sur le fil horizontal qui coupe le champ de la lunette en deux parties égales, on aura la correction qu'il faut ajouter à τ_1

$$\tau_2-\tau_1=-f\frac{i}{2}\sin^2 1''\,\text{séc}\,\delta.$$

» Cette correction est toujours soustractive, c'est-à-dire qu'il faut diminuer la valeur numérique de l'angle horaire calculé, abstraction faite de son signe; mais cette faible correction pourra toujours être négligée lorsque i ne dépassera pas la valeur de $15'$ d'arc.

» En effet, cette correction sera négligeable lorsque

$$f\frac{i}{2}\sin^2 1''\,\text{séc}\,\delta \leqq 0'',01\,\text{séc}\,\delta,$$

et, en adoptant pour f la valeur de $50'$, on trouvera $i \leqq 15'$.

» Nous allons examiner maintenant l'inexactitude qui résulte par le procédé ordinaire dans la détermination de la collimation astronomique. En appelant $\mathcal{A}$ l'ascension droite de l'étoile polaire et T l'époque observée de son passage au plan instrumental, on aura rigoureusement

$$\mathcal{A} = T_1 + m + \frac{n \tang\delta + (c - x) \operatorname{séc}\delta}{\cos\tau} \quad \text{position directe,}$$

et

$$\mathcal{A} = T_2 + m + \frac{n \tang\delta - (c - x) \operatorname{séc}\delta}{\cos\tau} \quad \text{position inverse;}$$

par conséquent,

$$T_2 - T_1 = \frac{2c \operatorname{séc}\delta}{\cos\tau}, \quad c = \frac{T_2 - T_1}{2 \operatorname{séc}\delta} \cos\tau,$$

et, en appelant c_1 la collimation astronomique déduite par la formule ordinaire, on a la véritable valeur de $c = c_1 \cos\tau$. On voit donc que, si la collimation est égale à 1^s de temps et, en adoptant comme précédemment $\tau = 20^m$, l'inexactitude commise dans le calcul de la collimation sera sensible et deviendra d'autant plus forte que les valeurs numériques de c et de τ seront plus considérables. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Le système nerveux de l'*Ancylus fluviatilis; par M. H. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Ce travail aurait dû être déjà publié. Les difficultés qu'on rencontre quand il s'agit de faire paraître des recherches accompagnées de nombreuses planches ont été les causes du retard. Comme des observations ont été publiées en Amérique sur ce sujet, je me décide à communiquer succinctement à l'Académie plusieurs des résultats que j'ai obtenus.

» Si mes recherches concordent en quelques points avec celles de M. Sharp [1], elles en diffèrent cependant à plusieurs égards; mais il est juste de remarquer que nos études se rapportent à deux espèces ayant un caractère différent. L'une d'elles, l'*Ancylus lacustris,* est dextre, l'autre, l'*Ancylus fluviatilis,* est sénestre.

» Le collier œsophagien de l'*Ancyllus fluviatilis* est étroit. Il présente une aire suffisante pour le passage de l'œsophage seulement.

» Le bulbe lingual est énorme. Il mesure près d'un tiers de la longueur

---

(1) Voir *Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia,* Part II, juin-octobre 1883; p. 214.

totale du corps. Si donc cette masse musculo-cartilagineuse avait dû passer et repasser au travers du collier, il eût fallu que celui-ci présentât une ampleur proportionnelle; or il n'en est rien. La radula, pour râper les corps étrangers, peut être projetée au dehors suffisamment loin, sans que pour cela il y ait évagination de tout le bulbe, et les centres nerveux restent fixés en dessous d'elle.

» Si l'on oppose ces conditions à celles que présente le *Gadinia*, on voit que le collier est d'un côté très large, parce que le bulbe passe et repasse dans son intérieur, de l'autre très étroit, pour une raison inverse. Dans cette seconde condition, les ganglions pouvaient être pressés les uns contre les autres; de là, pour bien dissocier les éléments constitutifs du collier, une certaine difficulté qui explique comment les auteurs n'ont pas donné des descriptions toujours suffisantes. M. C. Vogt n'a pas vu tous les ganglions, et, si Moquin-Tandon les a mieux reconnus, il a omis quelques particularités. Quant à M. Sharp, il semble accepter la description de Moquin-Tandon; mais, travaillant en dehors de toute préoccupation de morphologie générale, il a interprété, autrement qu'il n'est juste de le faire, plusieurs dispositions anatomiques, et, s'il a trouvé quelques ganglions nouveaux, il n'en a pas même connu les relations et, par conséquent, il n'a pu en apprécier la signification morphologique.

» Les ganglions *cérébroïdes* ou *postérieurs*, fort gros, sont immédiatement au-dessous du bulbe lingual et presque latéraux sur les côtés de l'œsophage. Aussi sont-ils unis par une longue commissure formant un arc en arrière du tube digestif.

» Arrondis en bas, paraissant piriformes en haut, leur extrémité supérieure est double, particularité tenant à ce que les nerfs qui en naissent n'ont que deux origines et que chacune d'elles forme un mamelon ou protubérance. Le mamelon externe donne naissance aux nerfs oculaires, tentaculaires et céphaliques latéraux; l'interne fournit à la fois les nerfs des lèvres, de la peau de la tête et, en plus à gauche, un gros nerf pour la verge.

» Tout le reste des centres est tassé au devant de l'œsophage, sauf les deux ganglions, fort petits, stomato-gastriques, qui sont remontés sur le dos du bulbe lingual, à peu près vers le tiers inférieur de sa hauteur. Au fond, il n'existe ici que de légères différences avec ce qui a été indiqué chez les *Gadinia*. Dans un cas il y a resserrement, dans l'autre dilatation, ce qui est la conséquence nécessaire soit d'un raccourcissement, soit d'un allongement des connectifs et des commissures.

» Le développement considérable de la masse buccale cause aussi

quelques changements apparents dans la position des parties centrales du système nerveux, ce qui ne laisse pas que d'augmenter les difficultés des recherches. En effet, entre la face dorsale du bulbe et le plancher antérieur de la cavité générale formée par les fibres musculaires postérieures du pied, il existe une certaine distance; et, comme les ganglions pédieux sont accolés à cette surface interne du pied, comme d'autre part l'œsophage naît sur le dos renflé du bulbe, il en résulte que, les connectifs étant courts et, par suite, la lumière du collier restreinte, l'œsophage doit décrire une courbe à partir de sa naissance et, par conséquent, marcher d'arrière en avant, de haut en bas, pour aller du dos de la masse buccale à l'ouverture transversale des deux colliers. Aussi, en ouvrant un animal reposant sur son pied, l'œsophage semble-t-il plonger en bas et disparaître en arrière sous les ganglions, qui eux-mêmes sont groupés et ramassés presque en dessous du bulbe.

» Les connectifs unissant les ganglions cérébroïdes aux ganglions pédieux sont tellement courts que ces deux ordres de ganglions se touchent presque, et, comme les premiers, on l'a vu, sont à peu près latéraux à l'œsophage, la commissure cérébrale a dû forcément s'allonger; enfin, comme les ganglions pédieux sont aussi très rapprochés l'un de l'autre, il arrive que le premier collier cérébro-pédieux semble formé de quatre ganglions antéro-latéraux à l'œsophage.

» Ces détails peuvent paraître superflus; ils seront très utiles dans la partie générale de ces recherches.

» Tout près de ces deux centres et les touchant, on voit encore, en avant du tube digestif, une série transversale formée par quatre ganglions, qui constituent le *centre asymétrique*. Il ne semblerait pas, au premier abord, d'après le nombre pair, que ce nom fût justifié; mais, dès qu'on a enlevé l'œsophage et écarté les ganglions cérébraux, il devient évident que, si le nombre quatre n'est pas une condition d'asymétrie, la forme, la grandeur et la place relative des masses nerveuses caractérisent absolument la non-symétrie du groupe.

» Les deux premiers ganglions de cette chaîne transversale, à droite et à gauche, touchent les ganglions cérébroïdes et les ganglions pédieux; aussi semblent-ils leur être soudés.

» Les deux ganglions intermédiaires entre ces deux extrêmes sont moins gros, surtout celui de droite; enfin une commissure, en les unissant, complète le second collier, dont la préparation doit être faite avec grand soin, si l'on veut reconnaître, par l'écartement modéré des gan-

glions cérébroïdes, que trois des amas de cellules se sont portés à gauche, laissant celui de droite tout à fait de ce côté. Alors la non-symétrie est tellement évidente, que l'on est tenté de chercher un cinquième ganglion; car on sait que, dans les Pulmonés aquatiques ou terrestres, le nombre cinq est constant, mais qu'il est masqué et que, pour le reconnaître, il faut souvent avoir recours aux procédés de technique histologique, afin de déceler le plus petit des ganglions caché en dessous.

» Des connectifs, également très courts, unisssent encore ce centre aux ganglions pédieux.

» On voit donc que, sauf la longueur des connectifs et le nombre des ganglions, les centres d'innervation sont disposés dans l'Ancyle suivant le même plan général que chez les *Gadinia*.

» Reste le troisième collier formé par les ganglions stomato-gastriques; ceux-ci sont situés, comme on l'a vu, sur le dos de la masse buccale; on les découvre à droite et à gauche de la membrane formant la voûte de la bouche, non loin de l'origine de l'œsophage.

» En raison même du volume énorme des parties buccales, les deux connectifs allant de ce centre au cerveau, et la commissure transversale antérieure à l'œsophage les unissant sont très longs.

» Les nerfs nés de ces centres antérieurs sont importants, et leur distribution constante confirme l'interprétation morphologique qu'il faut attacher à chacun d'eux.

» Cinq nerfs inégaux partent de chaque ganglion pédieux, deux antérieurs, un moyen, deux postérieurs, et se distribuent exclusivement dans le pied; les nerfs antérieurs et postérieurs les plus gros sont les plus voisins de la ligne médiane. Ce sont les plus importants. Les limites du pied peuvent être facilement fixées par la distribution de ces nerfs.

» Le centre asymétrique innerve le manteau, les organes de la reproduction et la lamelle branchiale ainsi que le cœur.

» Le ganglion de droite fournit deux nerfs gros et longs, qui, après avoir traversé la partie droite du muscle columellaire, se courbent l'un en haut et l'autre en bas pour se ramifier dans cette moitié du manteau.

» Le ganglion gauche ne donne naissance qu'à un nerf, mais qui, en se bifurquant bientôt, innerve le haut et le bas du côté gauche du manteau.

» Le second ganglion de gauche innerve les organes de la reproduction, moins la verge, de la circulation et de la respiration. Ce sont ce ganglion et les nerfs qui en partent dont la position et la distribution déterminent le caractère sénestre et la non-symétrie de l'*Ancylus fluviatilis*.

» Les organes des sens sont faciles à distinguer; ce sont : d'abord des tentacules très impressionnables, longs et pointus, jouissant d'une sensibilité spéciale dont il est difficile de déterminer la nature et ayant, en outre, la sensibilité tactile; ensuite des yeux gros, noirs, situés en dedans et tout près de la base des tentacules. Ces organes, les plus antérieurs, sont faciles à reconnaître.

» Les nerfs tentaculaire et optique, ayant une origine commune sur l'éminence externe du ganglion cérébroïde, marchent longtemps accolés l'un à l'autre; le premier, avant d'entrer dans le tentacule pour s'y ramifier à l'infini, surtout dans l'extrémité libre, émet en dehors une branche volumineuse qui se rend dans la lamelle basilaire externe du tentacule. Là elle se termine en éventail par des ramifications nombreuses, serrées et s'approchant au plus près de la limite cellulaire ou épithélium extérieur.

» Dans cette partie, des cellules nerveuses nombreuses accompagnent les dernières ramifications, comme pour renforcer les branches qu'épuiseraient rapidement leurs nombreuses subdivisions.

» Dans un travail détaillé sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés publié en 1872, j'ai indiqué une disposition semblable chez les Planorbes, les Physes, les Lymnées. M. Sharp a donné de cette disposition pour l'Ancyle une interprétation difficile à accepter.

» Quant aux otocystes placés sur la face dorsale des ganglions pédieux, un peu sur les côtés, ils sont faciles à trouver, et la structure de leurs parois est très nettement cellulaire. C'est chez l'Ancyle que j'ai, pour la première fois, découvert l'union du nerf acoustique avec le cerveau, fait qui s'est généralisé pour tous les Gastéropodes, dans les conditions normales, mais qui, dans aucun cas, ne présente d'exception en ce qui concerne la relation de l'otocyste avec le ganglion pédieux, celui-ci n'innerve jamais l'otocyste.

» Un dernier organe, dont la fonction me paraît encore indéterminée, est celui que j'ai découvert dans le voisinage de l'orifice respiratoire des Pulmonés aquatiques, lequel avait été décrit comme un ganglion et qui depuis a été considéré, en Allemagne, comme un organe d'olfaction.

» Lorsque le rameau inférieur du nerf palléal gauche s'est dégagé du muscle columellaire, tout près et au-dessus de l'échancrure qui laisse passer les organes génitaux, les tubes digestifs, etc., l'une de ses branches, sans avoir changé de volume, se termine brusquement en un petit corps ovoïde placé en avant et en haut de l'extrémité supérieure du corps de Bojanus.

» Cet organe, en raison de la faible taille des Ancyles, est d'une petitesse extrême, et pour cela difficile à trouver.

» Il ne peut cependant y avoir de doute, et j'ai des préparations certaines ne laissant pas la moindre indécision sur l'homologie et la nature identique de ce bouton terminal du rameau palléal gauche et de l'organe si facile à voir dans les Lymnées.

» C'est bien, en effet, l'organe que j'ai décrit en 1872 et que, depuis, les Allemands ont considéré comme organe olfactif.

» Chose remarquable, cet exemple vient confirmer une distinction que j'avais établie dès cette époque. L'organe en question représente une masse de cellules nerveuses au centre desquelles s'enfonce, en s'invaginant, une partie de l'épithélium cutané qui vient ainsi former un cul-de-sac au milieu des éléments nerveux. Ce cul-de-sac est double dans les animaux dextres, simple dans les sénestres; or l'*Ancylus fluviatilis* est sénestre et son organe présente une invagination épithéliale simple.

» M. Sharp a trouvé cet organe, sans pouvoir reconnaître ses connexions avec le système nerveux central, il l'avoue. Cela tient, je crois, à ce qu'il a exclusivement employé la méthode des coupes; il aura suffi de quelques inflexions brusques produites par l'action contractante des liquides durcissants pour faire perdre la direction du nerf, et, quoi qu'en dise l'auteur américain, qui ne croit pas qu'on puisse trouver cet organe par la dissection, c'est par elle que j'ai pu voir les connexions qui lui ont échappé.

» La méthode des coupes, bien employée, fournit des résultats excellents, mais elle conduit aussi à l'erreur. Tel est le cas ici.

» Mais, dans le travail auquel je fais allusion, il y a une autre erreur dont il est aisé de montrer encore l'origine, due à la même cause. M. Sharp décrit un ganglion à la base et en dehors du tentacule, et ce ganglion lui semble présenter des conditions très particulières, car il est traversé par des fibres musculaires.

» Le fait est incontestablement fort singulier; toutefois il est facilement explicable. On a vu que, en dehors de la base des tentacules, se trouvait une lamelle cutanée excessivement riche en ramifications nerveuses, accompagnées de nombreuses cellules. Le durcissement des tissus, nécessaire pour permettre de faire des coupes, rapproche tous les éléments, et les cellules nerveuses arrivent au contact. Alors se produit l'apparence caractéristique d'un ganglion; mais les fibres conjonctives ou musculaires, constitutives de la lamelle saillante, n'ont pas disparu, et ce sont elles qui se présentent au milieu de cet amas cellulaire d'apparence ganglionnaire.

» On le voit, les dissections fines, microtomiques, ont encore et, j'a-

joute, auront toujours leur valeur, puisqu'elles permettent de mieux apprécier des relations aussi délicates qu'importantes.

» Il faut regretter qu'on cherche trop à substituer exclusivement à l'Anatomie proprement dite la méthode des coupes, excellente en elle-même quand elle est à propos appliquée, mais insuffisante dans certains cas.

» Les études morphologiques perdent assurément beaucoup à cet abandon des dissections fines, et, comme on vient de le voir dans ce dernier travail, sorti cependant d'un laboratoire dont les études sont justement estimées, les faits les plus simples, découlant naturellement des relations des organes, n'ont pas même été entrevus. »

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les feuilles de Crucifères* (troisième partie, *Crambe*); par M. **A. Trécul.**

« Forcé par la maladie de suspendre temporairement mes Communications à l'Académie, je les reprends aujourd'hui, en donnant la troisième partie de mon travail sur les feuilles des Crucifères.

» J'ai montré, dans les deux parties publiées [1], que, bien que la généralité des feuilles étudiées produisent du haut en bas leurs dents primaires et leurs lobes primordiaux, ces feuilles se divisent : 1° en franchement *basipètes*, dans lesquelles les premiers vaisseaux de toutes les nervures latérales principales naissent de haut en bas, et 2° en feuilles dans lesquelles ce sont des nervures latérales longitudinales inférieures, de chaque côté de la nervure médiane, qui, les premières, ont des vaisseaux. Cette troisième partie de mon travail contient des plantes de cette dernière catégorie.

» Les *Crambe maritima*, *juncea* et *cordifolia* diffèrent beaucoup du *Crambe filiformis*, que j'ai décrit dans le tome XCVII, page 546, les feuilles de ce dernier étant basipètes par l'apparition des vaisseaux de leurs nervures latérales principales, comme elles le sont par la naissance de leurs lobes.

» Dans les grandes feuilles basilaires des *Crambe maritima, juncea* et *cordifolia*, il naît d'abord sur la petite lame initiale un premier lobe latéral, le supérieur primaire, puis au-dessous il en naît un deuxième, ensuite un troisième et plus tard un quatrième, etc. Le troisième est à peine sensible que déjà une faible proéminence annonce un lobe secondaire entre le premier lobe latéral et le sommet de la feuille. A mesure que celle-ci grandit, il est ainsi formé, de haut en bas, des lobes secondaires entre les primaires.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1123, et XCVII, p. 545.

Des lobules tertiaires se montrent ensuite, d'abord entre les lobes d'en haut, puis entre les autres successivement aussi de haut en bas. Des lobules de quatrième ordre s'interposent aux précédents. Dans le très jeune âge les deux côtés de la feuille sont d'abord inégalement avancés dans leur développement.

» Quand la feuille a acquis une certaine hauteur, qui varie avec l'activité de la végétation, apparaît le premier vaisseau de la nervure médiane. Dans de jeunes bourgeons axillaires du *Crambe maritima*, j'ai vu ce premier vaisseau commencer dans la région moyenne (vers les deux tiers) de la nervure médiane, par quelques cellules vasculaires, chez des feuilles hautes de $0^{mm},55$ à $0^{mm},75$. Dans l'une de ces feuilles, ce premier vaisseau n'avait que $0^{mm},10$ de longueur, la feuille ayant $0^{mm},55$. Dans une feuille de $0^{mm},75$ de hauteur, le vaisseau avait $0^{mm},30$. Une autre feuille d'un millimètre de longueur avait un vaisseau qui descendait un peu au-dessous de l'insertion, où il se terminait par des cellules vasculaires en forme de grain d'orge, plus élargies que celles d'en haut.

» Un peu plus tard apparaît en bas, de chaque côté du pétiole, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal, qui se ramifiera dans la moitié inférieure de la lame. Le premier rameau de ce faisceau latéral s'insère sur lui assez bas dans le pétiole, au côté externe ; il portera les nervures les plus bas placées dans la lame de la feuille.

» Quand il n'existe encore de vaisseaux que dans la nervure médiane et dans le premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté, il peut apparaître déjà des vaisseaux montant de la tige dans des faisceaux d'union ou de renforcement, qui s'interposent à la nervure médiane et aux faisceaux latéraux longitudinaux. On en trouve ainsi un, deux et même trois ou quatre plus tard de chaque côté du pétiole (1).

(1) J'ai vu, dans le *Crambe maritima*, de ces vaisseaux interposés, simples dans la base du pétiole, ayant déjà plus bas, dans la tige, plusieurs branches qui, avec des divisions semblables de la nervure médiane, simulaient une sorte de chevelu radiculaire, rappelant à l'esprit la théorie de Gaudichaud. Il ne faudrait pourtant pas être tenté par de tels faits de revenir à cette théorie. A ceux qui voudraient les regarder comme une preuve en sa faveur, j'opposerais la formation des vaisseaux dans de jeunes racines de Navets et de Raves (Navet jaune d'Écosse, Rave du Limousin, etc.) de 3 à 4 centimètres de diamètre, où l'on voit les vaisseaux produits par la modification de cellules appartenant aux séries horizontales qui accroissent en diamètre ces racines, comme dans les troncs dicotylédonés. Il est aisé de trouver de ces vaisseaux encore constitués de cellules ayant la forme et la dimension des autres cellules des mêmes séries. Ces vaisseaux étant formés de telles cellules fai-

» Quand le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal est encore isolé et arrive dans la base de la lame, ou un peu plus tard, la nervure qui correspond au premier lobe ou dent primaire de la feuille donne le premier vaisseau latéral inséré sur la nervure médiane (celle-ci peut être préalablement renflée vasculairement dans sa partie moyenne). Ce vaisseau appartenant à la nervure pinnée insérée le plus bas sur cette nervure médiane (*Cr. cordifolia, juncea, maritima*), la ramification vasculaire progresse alors de bas en haut sur cette nervure dorsale, qui donne insertion à quelques autres nervures pinnées de plus en plus petites. La ramification a aussi la même direction sur les divisions du faisceau latéral longitudinal. Cependant on pourra trouver qu'une branche de ce premier faisceau latéral longitudinal naisse après une autre branche située plus haut sur lui.

» Le premier lien du système vasculaire du faisceau latéral longitudinal avec celui de la nervure médiane peut s'opérer diversement et à des âges différents : 1° quand le faisceau latéral longitudinal s'est allongé vers la dent à laquelle son extrémité est destinée, un faisceau horizontal ou plus ou moins oblique l'unit à la nervure médiane; 2° ou bien ce faisceau oblique le relie avec la base de la nervure pinnée inférieure citée; 3° ou encore, avant de s'allonger vers le bord de la feuille, le faisceau latéral longitudinal ou son premier vaisseau va rejoindre la nervure médiane un peu au-dessous de la nervure pinnée inférieure et semble s'y terminer (le *Crambe maritima* surtout m'en a donné des exemples), ou bien il aboutit à la partie inférieure de cette nervure pinnée. Sa prolongation par en haut et ses rameaux supérieurs surviennent ensuite.

» Voici deux exemples des débuts de la ramification vasculaire : Une feuille haute de 4^{mm} du *Crambe juncea* ayant déjà, munies d'un vaisseau, trois nervures pinnées du même côté à sa partie supérieure, le premier faisceau latéral longitudinal de ce même côté n'avait, pourvu d'un vaisseau, que son premier grand rameau d'en bas, faisant par conséquent une fourche vasculaire, dont la branche née la première (la prolongation directe du premier latéral longitudinal) se dirigeait vers la dent principale

---

sant partie de séries horizontales superposées, il est impossible d'admettre qu'ils soient venus d'en haut, formant des prolongements radiculaires descendus des feuilles ou des bourgeons entre le bois et l'écorce. (*Voir* ce que j'ai dit et figuré de vaisseaux analogues dès 1853 et 1854, *Annales des Sciences naturelles*, 4ᵉ série, t. I, *Pl.* 8 et 9, et 3ᵉ série, t. XIX, *Pl.* 8.)

de la région moyenne de la lame, tandis que l'autre branche s'allongeait vers la dent principale de la région inférieure.

» Une feuille de 6mm du *Crambe cordifolia* avait en haut, d'un côté, quatre nervures pinnées, munies chacune d'un vaisseau inséré sur ceux de la nervure médiane, et trois nervures pinnées de l'autre côté. Le vaisseau de la nervure pinnée inférieure de chaque côté avait déjà un petit rameau sur le côté supérieur et celle de gauche un autre au côté inférieur. Le faisceau latéral longitudinal formait, comme dans l'exemple précédent, une fourche vasculaire, dont la branche, née la première, montant plus haut dans la lame, avait déjà deux rameaux vasculaires, tandis que l'autre branche était vasculairement simple. Il n'est pas inutile de noter que les dents inférieures, auxquelles devaient correspondre les rameaux inférieurs de cette dernière branche, n'étaient pas encore ébauchées. Mais un peu plus tard devaient naître ces dents inférieures, ainsi que les vaisseaux qui devaient y aboutir.

» Les principales divisions de ces faisceaux latéraux longitudinaux se ramifient à leur tour, et leurs ramules, nés de bas en haut, sont pourvus de vaisseaux suivant l'ordre de leur naissance; ils se rendent à des dents d'ordre correspondant. Ordinairement, le premier vaisseau d'un ramule débute auprès de celui du rameau qui le porte. Cependant j'ai vu quelquefois, dans le *Cr. maritima*, le premier vaisseau commencer sous la dent qui correspond à la nervure à laquelle il appartient.

» Quoique la ramification des nervures de ces feuilles soit à peu près complètement *basifuge*, tandis que l'ensemble de l'apparition des dents est *basipète*, on conçoit très bien l'accord de ces deux modes en apparence contraires, en considérant que les branches inférieures de la nervation sont plus étendues et plus divisées que celles de la région supérieure de la feuille, et que les ramules d'en bas se divisent encore, quand ceux d'en haut ont cessé de le faire.

» Avant que le réseau vasculaire plus tard interposé à ces rameaux commence à se dessiner, les nervures des deux ou trois premiers ordres ont leurs fascicules vasculaires terminés en pointe par un seul vaisseau. Leur ensemble rappelle alors assez bien par la disposition générale, mais pas tout à fait organogéniquement, la ramification d'un arbre dicotylédoné. Chaque fascicule est prolongé dans une dent ou dirigé vers elle; mais les dents ou lobules les plus petits et les plus jeunes de la feuille, interposés aux plus grands et plus âgés sur toute la longueur de celle-ci, sont encore dépourvus de vaisseaux. Plus tard, quand ceux-ci vont y naître, la rami-

fication change d'aspect. Entre deux faisceaux voisins qui se terminent chacun dans une dent, il est fait un faisceau transversal qui les unit, et c'est sur ce faisceau transverse, parfois à peu près rectiligne, que s'insère la nervure médiane de la jeune dent placée au-dessus. Souvent le faisceau transverse n'est pas rectiligne, il est en ligne brisée, ou bien il est formé de deux un peu obliques, venant chacun du faisceau longitudinal voisin. Où ils se rencontrent, là est inséré le premier vaisseau ou fascicule médian de la dent correspondante. On voit parfois qu'ils ne naissent pas simultanément. Le premier apparu, d'abord à peu près horizontal, s'incurve et monte dans la dent; le second va se terminer à la courbure du premier-né.

» Jusqu'ici chaque dent ou chaque lobule obtus, comme obové, qui la représente, ne possède qu'un seul vaisseau ou un seul fascicule médian longitudinal. Un peu plus tard, d'abord dans la dent terminale, ensuite dans les dents ou lobules les plus développés, puis dans ceux d'ordre secondaire, etc., s'ajoutent à l'extrémité supérieure de ce vaisseau ou de ce fascicule longitudinal médian d'autres vaisseaux qui le renflent en massue ou en pinceau; ensuite sur chaque côté de celui-ci se forme un groupe vasculaire aussi volumineux. Ce groupe se prolonge de haut en bas et s'atténue en un fascicule grêle ou même en un seul vaisseau qui descend le long du bord correspondant de la dent, et va s'insérer, soit sur la nervure médiane, soit sur un faisceau voisin, qui est souvent le faisceau transverse droit ou en ligne brisée, qui vient d'être décrit. Enfin ces fascicules marginaux du lobule dentaire sont unis avec le faisceau de la nervure médiane par la naissance de fascicules transverses. Le système vasculaire de la dent est alors ébauché. Le réseau vasculaire interposé aux nervures principales dans la feuille parfaite se complète ensuite peu à peu.

» Vers cette époque surtout, l'accroissement général de la feuille présente un caractère bien remarquable. L'apparition des premières dents étant basipète, l'apparition des premiers vaisseaux des principales nervures étant basifuge, le développement de toutes les parties de la feuille devient basipète, étant plus prompt en haut qu'en bas.

» Une jeune feuille de *Crambe juncea* de 32^{mm} de hauteur totale, par exemple, dont la lame avait 15^{mm} de longueur, a donné les résultats suivants. La lame était très verte en haut, riche en chlorophylle et presque incolore à sa partie inférieure, la teinte s'affaiblissant graduellement de haut en bas. Le système vasculaire était très développé dans les dents principales et dans le réseau de la région supérieure; il diminuait progressivement de

haut en bas, de sorte que dans la partie inférieure de la lame le réseau ultime n'existait pas, et les plus grosses dents n'avaient encore que leur nervure médiane avec un renflement vasculaire au sommet, lequel s'atténuait dans des dents plus bas placées et ne subsistait même plus dans des dents plus jeunes encore, où la nervure médiane était réduite à un seul vaisseau. Ce premier vaisseau de la nervure médiane n'était même pas encore né dans les dents les dernières formées. Les deux autres *Crambe* cités ont donné les mêmes résultats, ainsi que d'autres plantes dont je parlerai plus tard.

» A mesure que la feuille avance en âge, quelques autres faisceaux secondaires s'ajoutent dans le pétiole; tous grossissent par la multiplication et l'accroissement de leurs éléments. Forcé d'abréger, faute d'espace, je crois cependant utile de dire ici quelques mots de la constitution des faisceaux.

» Une feuille de *Crambe juncea*, haute de $0^{m},51$ (pétiole et lame) avait à sa base embrassante environ une douzaine de faisceaux, tant gros que petits; ils étaient à peu près disposés en V dans le pétiole. Le faisceau médian et les gros latéraux étaient *fermés en cylindres*, ainsi que quelques plus petits, situés aux bords et dans l'intérieur du V. Quelques-uns néanmoins peuvent rester ouverts à leur face interne. Les plus gros des faisceaux fermés étaient composés de sept ou de six fascicules orientés comme dans un petit axe, la partie libérienne en dehors. D'autres faisceaux plus petits, fermés aussi, n'avaient que cinq, quatre ou trois fascicules. Les plus grêles n'en avaient que deux opposés ou un seul, qui alors était ou non orienté vers le centre du V. Les nervures principales de la lame et leurs ramifications avaient trois faisceaux fermés cylindriques et composés d'un nombre variable de fascicules (six quelquefois ou moins). De ces trois faisceaux, le dorsal était le plus gros; les deux plus petits étaient composés aussi et fermés. Quelquefois, à la base d'une nervure de moyenne grosseur, il n'y avait que deux faisceaux superposés : l'un dorsal, plus gros, l'autre placé au-dessus. Le supérieur, le plus petit, se bifurquait un peu plus loin pour former les deux latéraux. Dans des nervures plus petites, les latéraux n'existaient pas; le seul faisceau restant était composé aussi; il peut être fermé.

» Je montrerai plus tard comment les feuilles pinnatifides et lyrées des *Raphanus sativus* et *niger*, des *Brassica Napus* et *Rapa* et celles des variétés du *Brassica oleracea* peuvent être rapprochées du type qui vient d'être décrit. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences sur des phénomènes du mouvement de l'eau dans un appareil employé à élever de l'eau au moyen d'une chute motrice;* par M. A. DE CALIGNY.

« J'ai publié, en 1850, dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville (p. 169 et suiv.), un Mémoire reproduit avec quelques modifications pages 66 et suivantes du premier Volume de mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes*. Il résultait déjà de ce Mémoire que les phénomènes du frottement de l'eau dans les tuyaux dépendent de la manière dont les surfaces sont mouillées. J'ai observé, dans la mise en train d'un de mes appareils, des faits qui viennent à l'appui de cette conclusion et en montrent l'utilité pratique.

» J'ai fait construire chez moi, à Flottemanville, près Valognes (Manche), un des appareils de mon invention, ayant pour but d'élever de l'eau au moyen d'une chute d'eau, sans piston ni soupape. Il est l'objet d'une Note publiée dans les *Comptes rendus,* séance du 18 décembre 1882.

» Il suffit d'ailleurs, pour comprendre ce qui va suivre, de se souvenir qu'un tuyau de conduite, dans lequel se fait un écoulement alternatif au bief d'aval, est alternativement réuni à un tuyau vertical d'ascension par un bout de tuyau mobile, dont le sommet est attaché à ce dernier par un manchon en cuir très flexible. Je n'entrerai pas ici dans le détail des diverses modifications faites successivement à cet appareil; j'ajouterai seulement que toute la partie verticale, y compris ce dernier bout de tuyau, est maintenant en bois, de sorte qu'il a pu être construit par un simple charpentier de village, et que le système remplit cependant très bien les conditions pour lesquelles il a été exécuté.

» Quand le tube mobile redescend sur son siège, la colonne liquide, dont les sections transversales ne sont jamais bouchées, monte librement dans le tuyau d'ascension sans aucune secousse assez sensible pour qu'on ait pu s'en apercevoir, quoique la partie comprise au-dessus du niveau d'amont ait une section beaucoup moindre que l'inférieure, à laquelle il est rattaché par une partie conique suffisamment allongée. Quand l'appareil ne marche pas, le manchon en cuir est toujours plongé dans l'eau qui remplit même la partie conique précitée. Lorsque l'appareil fonctionne, l'eau remplit bientôt celle-ci à l'époque où le tube mobile est redescendu sur son siège. Mais si l'appareil a été longtemps sans marcher, et si les pa-

rois intérieures de la portion rétrécie du tuyau d'ascension qui est au-dessus du niveau du bief d'amont ne sont pas mouillées d'avance, il se produit un effet singulier. Les premières périodes de l'appareil ne font pas verser l'eau jusqu'au sommet, quand on ne laisse point passer au bief d'aval plus d'eau qu'on ne le fait à chaque période, dans l'état normal de la marche automatique de la machine. On a pu constater, en regardant par le sommet de l'appareil, que la hauteur des oscillations était de plus en plus grande. Enfin le versement se faisait au sommet à chaque période, et la marche devenait parfaitement régulière.

» J'ai pensé que cet effet provenait de la manière dont les surfaces intérieures étaient mouillées de plus en plus par les oscillations successives. Pour le confirmer, j'ai mis l'appareil en train après une forte pluie très prolongée. Il en est résulté que l'eau s'est versée par le sommet dès les premières périodes. Il me paraissait bien évident, le manchon de cuir étant toujours mouillé et étant d'ailleurs très flexible, tandis que la force de succion qui ramenait alternativement le tube mobile sur son siège était assez puissante, que l'effet précité pouvait provenir seulement de la manière dont s'exerçait le frottement de l'eau. Mais il était intéressant de confirmer cette opinion par une expérience directe.

» Cette application étant faite dans une localité où l'on n'avait pas besoin d'épargner l'eau, il s'agissait surtout de donner un exemple de l'extrême simplicité à laquelle on peut, dans ce cas, réduire la construction. On a donc pu exagérer le rapport de la quantité de travail en frottement dans le tube d'ascension, à la quantité de travail en frottement dans le reste de l'appareil. Le tuyau de conduite étant moins long relativement à celui d'ascension que pour les conditions à remplir dans les circonstances où il faut dépenser le moins d'eau possible, j'en ai profité pour confirmer une des lois fondamentales du frottement de l'eau, et faire sur divers mouvements de l'eau des observations qui seront l'objet d'une autre Note. »

CONSTRUCTIONS NAVALES. — *Sur la résistance des carènes.* Note de M. A. Ledieu.

« I. Les vitesses de 20 à 21 nœuds [1], fournies récemment par les torpilleurs, sont les sillages les plus élevés qui aient été obtenus jusqu'ici. Ce

---

[1] Rappelons que le nœud vaut $0^{m},5144$ à la seconde.

résultat remarquable, réalisé sans des puissances excessives, a beaucoup surpris le monde marin, en raison des opinions courantes sur l'augmentation du coefficient de résistance avec la petitesse des coques et la grandeur des vitesses.

» La question de *la résistance des carènes* s'est trouvée de la sorte remise à l'ordre du jour, avec un intérêt nouveau et tout spécial.

» Cette résistance R en kilogrammes est d'habitude exprimée par la formule empirique

$$R = KB^2 v^2. \tag{1}$$

» B^2 est la surface immergée du maître-couple, en mètres carrés.

» v est la vitesse en mètres à la seconde.

» K représente le coefficient de résistance. Il varie avec les proportions et les formes de la coque, avec les rapports à B^2 de sa largeur l et de sa surface mouillée S, avec la vitesse du navire, et enfin, d'après les investigations les plus récentes, avec le fonctionnement de l'hélice, suivant sa forme, ses éléments et son installation par rapport à la carène.

» Beaucoup d'auteurs contemporains ([1]) ont proposé pour K des développements particuliers, qui peuvent généralement être ramenés à la forme suivante :

$$K = k_1 + k_2 \left(\frac{l}{B}\right)^n v^p + k_3 \frac{S}{B^2} v^{-q} + k_4 \frac{S}{B^2} v + k_5. \tag{2}$$

» Le premier terme du second membre correspond à la *résistance directe;* le second concerne la *dénivellation* positive à l'avant et négative à l'arrière; le troisième se rapporte au *frottement* de l'eau; le quatrième, à sa *cohésion;* et enfin le cinquième vise la *résistance de l'air* calme contre les œuvres mortes et la mâture.

» Dans ces derniers temps, on a proposé l'introduction d'un coefficient spécial pour faire la part de l'influence de l'hélice sur la résistance totale. Mais cette influence est si complexe, qu'elle réagit sur plusieurs des termes de la relation (2); et le plus simple est de supposer que chacun de ces termes en tient compte.

» La formule (2) n'a donné, en pratique courante, aucun bon résultat, quel que soit l'auteur dont on ait adopté les coefficients et les exposants. En tout cas, elle indique un accroissement du coefficient général K avec la vitesse pour un même bâtiment, et avec la diminution de grandeur pour des navires semblables. Elle implique aussi la restriction de ce même coefficient avec la finesse des formes.

([1]) Dupuy de Lôme, Bourgois, Guède et Jay, en France; Scott Russel et Thornycroft, en Angleterre; Tidemann, en Hollande; Nyström, en Amérique.

» II. Deux autres tendances se sont manifestées dans la recherche de la résistance des carènes.

» L'une, poursuivie par M. Froude, en Angleterre, consiste à trouver directement la résistance à diverses vitesses d'un modèle a fois plus petit que le navire en vue. La résistance de celui-ci est alors prise égale au produit de la résistance du modèle par le cube a^3 du rapport de similitude, mais pour une vitesse $\sqrt{a}$ fois plus grande que la vitesse considérée du modèle [1].

» La présente loi résulte du théorème bien connu de Newton sur *la similitude en Mécanique,* dans le cas où toutes les forces en jeu sont supposées proportionnelles au carré des vitesses et aux surfaces attaquées, en ayant d'ailleurs leurs directions respectivement parallèles dans les deux systèmes. Sa rigueur a été contestée par divers expérimentateurs indépendants, qui ont cherché à la vérifier de leur côté. Néanmoins elle est suffisamment approchée pour servir utilement en maintes circonstances. Elle établit, entre autres, que les coefficients K de deux navires semblables sont égaux, quand la vitesse du grand navire est $\sqrt{a}$ fois celle du petit; mais elle ne donne évidemment pas le rapport *exact* de ces deux coefficients pour un même sillage, à moins de connaître la loi de l'un d'eux en fonction de la vitesse. En admettant qu'il croisse avec celle-ci, il s'ensuit que, à sillage égal, le coefficient du petit navire doit être supérieur à celui du grand.

» La seconde tendance dont nous voulons parler a été propagée par Rankine. D'après ce savant, la résistance des navires serait due presque exclusivement au frottement de l'eau contre les flancs du bâtiment, au moins quand celui-ci a des formes *correctes;* et il entend par là des formes se rapprochant des lignes d'écoulement (*stream-lines*). Ces lignes [2] sont censées jouir de la propriété de faire glisser le navire dans l'eau, sans dénivellations et sans remous, et d'annuler ainsi la résistance propre au choc du liquide contre l'avant et à la fuite de l'eau à l'arrière.

» Suivant l'ordre d'idées de Rankine, au produit KB^2 qui entre dans la formule (1), il faut substituer le produit de la surface mouillée de la ca-

---

[1] M. Reech est le premier qui ait énoncé et démontré cette proposition (voir son *Traité de Mécanique,* p. 273).

[2] Il ne faut pas confondre les formes *stream-lines* de Rankine avec les formes *wave-lines* de Scott Russel, qui résultent d'un autre point de vue, et dont la résistance relève, d'après l'inventeur, d'une formule rentrant dans notre relation (2).

rène, par une certaine fonction du sinus de la moyenne des plus grands angles des lignes d'eau de l'avant avec le plan longitudinal du navire. Cet ordre d'idées est fort goûté à l'étranger ([1]). Mais il ne cadre aucunement avec la réalité des faits; car, contrairement à ce que l'expérience a définitivement consacré, la formule de Rankine conduit à admettre que, pour un même navire, la résistance ne varie que comme le carré de la vitesse; et que, pour deux bâtiments semblables, elle est proportionnelle au carré du rapport de similitude.

» III. La multiplicité des solutions précédentes, émanées respectivement d'hommes distingués, donne déjà à réfléchir sur la difficulté de trouver une loi qui permette de calculer *a priori* la résistance des carènes.

» Bien plus, à la suite des essais très connus du navire anglais le *Greyhound*, en 1877, sous la direction de M. Froude, l'éminent ingénieur a déclaré qu'il lui était impossible d'établir aucune relation générale satisfaisante, donnant *a priori* la résistance du bâtiment expérimenté, et, à plus forte raison, de tirer, pour ce navire, aucune interprétation des coefficients renfermés dans les formules antérieurement proposées.

» Cette impossibilité a été, depuis longtemps, confirmée par les nombreux mécomptes survenus aux constructeurs qui se servent des formules *a priori*. D'un autre côté, la loi de Froude (II) ne s'applique qu'à des navires semblables; puis son exactitude est contestable. Il n'y a dès lors moyen d'éviter, en construction, les aléas les plus compromettants qu'en ayant recours à la *méthode des comparaisons immédiates* et *des approximations successives* ([2]), à l'aide de bons types antérieurs bien expérimentés, et peu ou point différents du type à réaliser.

» Du reste, une pareille méthode a doublement sa raison d'être; car il y a lieu de distinguer, dans les navires à hélice, leur résistance *simple* et leur résistance *complexe*, c'est-à-dire leur résistance abstraction faite du propulseur, et, par suite, en remorque ou sous voiles, et leur résistance modifiée par l'influence du fonctionnement de l'hélice sur la pression hydrostatique et la dénivellation négative de l'eau à l'arrière.

([1]) Voir en particulier la *Théorie du navire* de Lutschaunig, professeur à l'Académie de Navigation de Trieste, p. 114.

([2]) Nous avons sans cesse préconisé cette méthode dans nos Ouvrages, pour l'établissement des appareils à vapeur, la prévision de leur puissance et le choix des éléments du propulseur.

» Cette influence a été mise hors de conteste dans les expériences du *Greyhound*, par la comparaison, pour une même vitesse réalisée, entre la puissance développée dans le remorquage avec le propulseur immobile et la force *indiquée* de la machine dans les marches avec l'hélice seule. Le rapport de ces deux puissances a été trouvé de 0,40 pour des vitesses de 9 à 10 nœuds. Or, sur les rares navires où il a été fait des expériences avec de bons dynamomètres de poussée, le rendement total de la machine et de l'hélice, soit le rapport du travail de poussée à la force *indiquée*, a pour limites extrêmes 0,65 et 0,45. En acceptant ces nombres pour le *Greyhound*, où l'absence de dynamomètre de poussée n'a pas permis d'avoir des chiffres directs, on conclut que la résistance *complexe* y était à la résistance *simple* dans la proportion de 0,65 à 0,40 au maximum, et de 0,45 à 0,40 au minimum; autrement dit, la première de ces résistances surpassait la seconde de 38 à 11 pour 100.

» Ce résultat si désavantageux est heureusement variable avec le navire, avec son sillage et avec la forme, les éléments et l'installation du propulseur. Bien plus, la perte se change probablement en un gain dans quelques cas exceptionnels.

» Pour les torpilleurs en marche extra-rapide, l'action de l'hélice fait relever beaucoup l'avant du bateau; et il se produit un changement d'assiette, qui, combiné avec l'influence propre et immédiate du propulseur, donne une résistance de carène bien inférieure aux premières prévisions. Ces prévisions se basaient sur ce qu'on savait jusqu'alors de l'accroissement du coefficient de résistance K avec la petitesse des navires et l'élévation des vitesses, sans soupçonner la grande différence susceptible d'exister entre la résistance *simple* et la résistance *complexe*, et sans connaître la dépendance mutuelle du coefficient et du rendement de l'hélice, voire même du rendement de la machine. C'est d'après ces points de vue nouveaux qu'il faut chercher l'explication du paradoxe signalé au commencement de notre Note, ainsi que nous le montrerons, chiffres en mains, dans une autre Communication. »

VITICULTURE. — *Sur diverses maladies cryptogamiques régnantes de la vigne.* Note de M. H. Marès.

« Les viticulteurs se préoccupent depuis quelques années, non seulement du Phylloxera, mais encore de la série des maladies qui viennent fondre sur les vignes et en compromettre l'existence et les produits.

» On parle moins actuellement des insectes ampélophages, le Phylloxera semble les avoir relégués sur le second plan; mais on discute toujours sur les ravages de l'oïdium, de l'anthracnose ou charbon de la vigne, caractérisé par le *Phoma vitis*, et du Mildew caractérisé par l'invasion (sur les feuilles et les fruits des ceps) du *Peronospora viticola*, petite cryptogame parasite qui, depuis l'introduction des vignes américaines, a successivement envahi un grand nombre de vignobles français et en a compromis les produits de la manière la plus regrettable.

» On sait, en effet, que l'apparition du *Peronospora*, même quand elle n'atteint que les feuilles de la vigne, en provoque la chute, qu'elle en paralyse la végétation et qu'elle entrave le développement et la maturité des raisins. Dans ce cas, la récolte est très réduite, et, les fruits n'ayant pu mûrir, la qualité du vin est mauvaise ou très inférieure. Quand le *Peronospora* attaque les raisins, il en provoque rapidement la coulure et détruit la récolte. Les variétés très attaquées par le *Peronospora*, comme le Grenache et la Carignane, peuvent même périr sous l'action de cette cryptogame, ainsi que le fait a été constaté en 1883, dans l'Hérault et les Bouches-du-Rhône.

» L'anthracnose ou charbon de la vigne provoque aussi la coulure des fruits, et parfois le dépérissement et la destruction des variétés les plus exposées à ses ravages, comme la Clairette et la Carignane.

» On connaît les ravages de l'oïdium et la ténacité avec laquelle ce parasite attaque la vigne et persiste sur elle principalement dans les climats chauds. On combat aujourd'hui l'oïdium avec plein succès, en couvrant la vigne, à différentes reprises, d'aspersions de soufre en poudre. En étudiant l'action des soufrages sur la vigne, j'ai fait voir que leur application combat efficacement, non seulement les ravages de l'oïdium, mais encore ceux de l'anthracnose, si l'on a soin de les multiplier suffisamment dans les années où sévit ce fléau. Une longue expérience a confirmé pour moi cette observation.

» On a successivement proposé, contre l'anthracnose, des aspersions de chaux en poudre, des mélanges de chaux et de soufre, et le lavage des ceps avant le départ de la végétation, au moyen d'une solution concentrée de sulfate de fer. Sans vouloir apprécier ici la valeur de ces procédés, qui ne sont point exclus, d'ailleurs, par le moyen que je propose, je dois dire que je les ai trouvés moins efficaces et surtout moins pratiques que les soufrages réitérés à courts intervalles.

» Quant au *Peronospora*, on a prétendu que l'action des soufrages est

impuissante sur cette cryptogame. On a proposé, pour combattre ses ravages, une foule de moyens, parmi lesquels les mélanges de poussières de soufre, de sulfate de fer, de chaux, de plâtre tiennent le premier rang; d'autre part, on a essayé l'aspersion des ceps au moyen de solutions variées, acides ou alcalines. Jusqu'à présent, aucun de ces procédés n'a donné des résultats suffisants : on se trouve en quelque sorte désarmé en face d'un fléau qui met en péril la viticulture des contrées sur lesquelles il sévit.

» D'après les expériences que j'ai faites, depuis quatre ans que j'observe le *Peronospora*, mon opinion est encore que le soufrage de la vigne, fait en temps opportun et souvent réitéré, est, jusqu'à présent, le moyen le plus pratique et le plus efficace de le combattre. Il faut avoir soin de se servir, de préférence, de soufre sublimé dont la poudre soit acide; son action est plus prompte et plus énergique que celle des soufres à réaction neutre, comme celles des triturés. J'ai fréquemment trouvé, dans les soufres sublimés, quinze à trente dix-millièmes d'acide sulfurique, et même au delà. Quand on en met une pincée sur la langue, leur acidité l'impressionne assez vivement pour qu'elle puisse être aussitôt reconnue. On peut d'ailleurs, dans la fabrication des poudres de soufre, augmenter cette acidité jusqu'au point indiqué par l'expérience comme le plus avantageux.

» Les poudres de soufre acides ont l'action la plus vive et la plus rapide sur les parasites cryptogamiques de la vigne, pour les désorganiser et les détruire, sinon en totalité, au moins partiellement, et pour faire ensuite réagir la vigne en lui imprimant une végétation plus vigoureuse.

» La cause du développement des maladies parasitaires cryptogamiques de la vigne est l'humidité persistante, soit du sol et du sous-sol, soit de l'atmosphère, pendant les diverses périodes de sa végétation, mais surtout au début, aux époques du développement des bourgeons, de la floraison et de la formation des fruits. Quand les humidités sont persistantes, la vigne en éprouve toujours de grandes pertes, à cause de la facilité avec laquelle les germes cryptogamiques se reprennent à végéter. Pour certains d'entre eux, et notamment pour le *Peronospora*, le seul moyen bien efficace d'en arrêter le développement et de les détruire, c'est la sécheresse et la chaleur; aussi le voit-on s'arrêter et disparaître lorsque, en été, les vents secs du nord sont dominants et accompagnent la chaleur. Au contraire, dans les étés frais, assez souvent arrosés de pluies d'orages ou accompagnés de brouillards et de temps à la fois chaud et humide, comme en 1883, le *Peronospora* se développe et persiste; la végétation de la vigne

finit par en être paralysée; les feuilles se dessèchent, les fruits tombent ou restent verts, les sarments ne s'aoûtent pas.

» Le *Peronospora* est surtout dangereux quand il se développe en mai, juin et juillet; plus tard, après la véraison des fruits ou après la vendange, il est moins nuisible; mais il provoque la chute prématurée des feuilles, il laisse la plante affaiblie.

» Les soufrages sont alors un des moyens les plus énergiques de faire réagir la vigne; ils ont sur elle une action spéciale et combattent cet affaiblissement. Quand on les pratique de bonne heure, dès la fin d'avril, avec des sublimés acides, et qu'on les renouvelle de quinze en quinze jours, on paralyse l'expansion et la végétation du *Peronospora*, et l'on excite celle de la vigne; en continuant ainsi jusqu'aux chaleurs, on la préserve à la fois de l'oïdium, de l'anthracnose et du *Peronospora*. En agissant de cette manière sur des Jacquez, des Carignanes et des Grenaches très attaqués en 1883, j'ai pu les préserver en 1884. L'été, très sec, a favorisé ces traitements, mais il n'en a pas été de même partout : le *Peronospora* du Mildew a reparu à la fin d'août, aussitôt après les pluies qui signalèrent, dans le Midi, la fin de ce mois, puis en septembre et en octobre, mais généralement il a fait moins de mal qu'en 1883. Dans quelques vignes, où il s'est manifesté dès le mois de juin, le mal a été plus sérieux et la coulure a enlevé la récolte ([1]).

» Les cépages des cultures méridionales les plus sujets au Mildew sont actuellement, par ordre de sensibilité, le Jacquez, le Grenache, la Carignane, la Clairette, tous à feuille assez épaisse et chez certains très développée et tomenteuse, comme celles de la Carignane, de la Clairette et du Jacquez. Ces trois derniers cépages sont aussi très sujets à l'anthracnose; un seul d'entre eux, la Carignane, est en outre très sujet à l'oïdium. De tous les cépages très cultivés qui, des bords du Rhône à la frontière d'Espagne, peuplent nos vignobles méditerranéens, c'est (la Carignane) le plus attaqué par les trois cryptogames parasites de la vigne, dont il est ici question : Oïdium, *Phoma*, *Peronospora*.

» Le Jacquez est très attaqué par le *Phoma* et le *Peronospora*, et beaucoup moins par l'oïdium; il en est de même du Grenache. Les autres cépages de nos vignobles méridionaux, tels que les Aramons, les Terrets, les Espars ou Mourvèdes, les Morrastels, les Spirans, les Cinsants, les Pique-

---

([1]) J'ai eu de bons résultats de soufrages pratiqués en septembre, après les vendanges, dans les vignes attaquées de *Peronospora* sur leurs rameaux.

pouls, etc., sont moins attaqués de *Peronospora* et de *Phoma;* il en est de même de la série des teinturiers hybrides de Bouschet : Aramons, Alicantes-Bouschet, Terrets-Bouschet, etc.; mais, dans les fortes invasions, comme celles de 1883, ils en ont cependant *tous* plus ou moins souffert.

» Les ravages du *Peronospora* ont inspiré de telles craintes, qu'on a proposé d'abandonner la culture des Grenaches et des Carignanes, qui en sont très affectés; d'autres greffent leurs Jacquez, dont la coulure rend les produits insignifiants.

» D'une manière générale, je ne partage pas ces manières de voir; car, si les trois cépages en question ne conviennent pas à la plantation des terrains humides, ils rendent ailleurs des services excellents. La Carignane et le Grenache sont nos meilleurs cépages de coteau; leur perte serait irréparable pour nos vignobles. On les a bien conservés malgré les ravages de l'oïdium et de l'anthracnose, on les conservera encore malgré ceux du *Peronospora.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Darwin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Sirodot obtient. 48 suffrages.
M. Grand'Eury . . . . 1 »

M. **Sirodot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *Sur la densité et sur la figure de la Terre.* Note de M. le général **L.-F. Menabrea**.

« Les belles recherches que MM. Cornu et Baille [1] ont entreprises, pour déterminer la densité moyenne de la Terre, m'ont ramené à m'occuper de cette question, qui a été l'objet de mes premières études, au début

[1] *Voir* les *Comptes rendus* du 14 avril 1873, des 4, 18 et 22 avril 1878.

de ma carrière scientifique, à la suite de la lecture que j'avais faite du Mémoire dans lequel Cavendish expose les expériences qu'il avait entreprises vers la fin du siècle dernier, expériences qui l'ont conduit en 1798 à évaluer cette densité moyenne à 5,48 fois celle de l'eau ([1]). Sans parler des tentatives faites pour déterminer cette densité d'après les déviations du fil à plomb attribuées à l'attraction des montagnes, qui ne pouvaient donner que des résultats très incertains, je rappellerai les expériences analogues et postérieures à celles de Cavendish (comme celles-ci, elles étaient fondées sur l'observation des oscillations déterminées par l'attraction de deux sphères métalliques, disposées symétriquement et agissant sur deux balles placées aux extrémités du fléau d'une balance de torsion. La densité moyenne de la Terre se déduit de la comparaison de ces oscillations avec celles du pendule sous l'action du globe terrestre). Ces expériences subséquentes sont celles de M. Reicle en 1837, qui donnèrent pour la densité moyenne 5,44; elles furent suivies des expériences de Baily, qui obtint en 1842 une moyenne de 5,67. Enfin nous arrivons à celles de MM. Cornu et Baille qui, d'après leurs expériences analogues, mais combinées différemment et commencées en 1870, ont obtenu dans leurs premières recherches le nombre 5,56. Dans les *Comptes rendus* on trouve l'exposition des dispositions ingénieuses prises par les auteurs pour éviter les erreurs qu'on pouvait craindre dans les procédés de leurs devanciers. De l'ensemble des résultats obtenus par les expérimentateurs ci-devant cités, on peut déjà conclure que la densité moyenne de la Terre déduite des observations faites avec la balance de torsion comparée à celle du pendule dans les lieux ci-dessus indiqués est comprise très probablement entre 5,40 comme minimum et 5,60 comme maximum, car MM. Cornu et Baille croient que le résultat de Baily, soit 5,67, est trop fort à cause d'une circonstance anormale qui s'est présentée dans les expériences de ce dernier.

» Tel est l'état actuel de la question; mais, avant d'aller plus loin, je dois faire remarquer combien ces résultats confirment les prévisions de Newton qui, dans son merveilleux Livre III des *Principes* (*De mundi systematis propositio X, theorema X : Motus planetarum in cœlis diutissime conservari posse*) ([1]), se fondant sur de hautes considérations de Physique

---

([1]) *Traduction* de Chompré (XVIIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*).

([2]) ..... *Unde ..... verisimile est quod copia materiæ totius in terrâ quasi quintuplo vel sextuplo major sit quam si tota ex aquâ constaret.....*

céleste, déclarait que la densité moyenne de la Terre devait être comprise entre *cinq* et *six* fois celle de l'eau.

» Pour en revenir aux expériences de Cavendish, qui ont été, ainsi que je l'ai dit, l'objet de mes premières études, j'ai examiné avec attention la méthode suivie par l'auteur, et j'ai cru remarquer dans le calcul des attractions qui agissaient sur son appareil ou, pour mieux dire, sur la balance de torsion, qu'il n'avait pas tenu compte de certains éléments propres à modifier les déductions de ses expériences. J'ai donc repris la question *a priori*, sans me préoccuper des méthodes de calcul de Cavendish, mais en tenant compte de toutes les pièces qui constituaient l'appareil, ainsi que de la boîte en acajou dans laquelle il était contenu, pour être à l'abri des mouvements de l'air. Je suis ainsi parvenu à une formule générale, qui, appliquée aux expériences de Cavendish, donne pour moyenne de la densité terrestre 5,58, au lieu de 5,48. J'ai, il y a peu de temps, vérifié ce nombre, que j'ai retrouvé le même, à une très petite différence près. Cette étude a formé l'objet d'un Mémoire (mon premier Mémoire) qui a été lu à l'Académie royale des Sciences de Turin dans la séance du 3 février 1839 et imprimé dans le tome II, 2e série, des Mémoires de cette Académie.

» J'ai porté spécialement mon attention sur la règle adoptée par Cavendish et ensuite par Baily pour la détermination de la position moyenne d'équilibre du fléau de la balance de torsion; j'en ai, en conséquence, calculé le mouvement en tenant compte de la résistance de l'air, supposée représentée par deux termes respectivement proportionnels, l'un à la première et l'autre à la deuxième puissance de la vitesse. Pour intégrer l'équation du mouvement, j'ai employé la méthode de la variation des constantes arbitraires, qui, dans le cas dont il s'agit, donne très facilement la solution du problème; j'ai ensuite introduit dans l'équation du mouvement un terme constant. De cette manière, j'ai pu constater que la règle de Cavendish était justifiée, ainsi que MM. Cornu et Baille l'ont reconnu.

» L'argument me portait naturellement à examiner l'influence que la forme de la Terre et la distribution de la matière qui la compose pouvaient avoir sur la détermination de la densité qui avait été déduite des expériences dans l'hypothèse que la Terre était sphérique, tandis qu'elle ne l'est point et qu'elle a, au contraire, la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles. En conséquence, dans ce même Mémoire, j'ai traité la question de l'attraction des ellipsoïdes; je me suis servi pour cela du théorème d'Ivori, en l'appliquant d'abord à un ellipsoïde à axes inégaux et

composé de couches ellipsoïdales concentriques, de densités respectivement différentes. De là je suis passé à l'examen du cas spécial d'un ellipsoïde de révolution, supposé primitivement fluide, mais composé de couches concentriques de densités différentes. La méthode d'Ivori m'a conduit très facilement à la solution des problèmes qui se rapportent à l'attraction et à la forme de la Terre, et à la distribution des pressions dans l'intérieur du globe. Mais, comme d'ailleurs on pouvait s'y attendre, le faible aplatissement de la Terre $\left(\frac{1}{293,5}\right)$ n'a pas une influence sensible sur le calcul de la densité dans les limites d'approximation comportées par les expériences.

» Les nombres obtenus par les trois séries d'expériences précitées, faites dans des conditions diverses, sont trop rapprochés les uns des autres pour que l'on ne puisse pas en conclure qu'ils sont bien près de la vérité. Les nouvelles études auxquelles MM. Cornu et Baille se livrent en ce moment conduiront sans aucun doute à la détermination la plus probable de la densité de la Terre. Toutefois il faut observer que ces nombres supposent que la Terre est sensiblement sphérique et composée de couches également sphériques, de densités respectivement uniformes. Or une telle hypothèse n'est pas entièrement exacte; on sait que les derniers travaux géodésiques ont démontré que tous les méridiens terrestres ne se ressemblent pas et que, par conséquent, la Terre n'est pas un ellipsoïde parfait. D'autre part, on remarque sur divers points du globe, dans la marche du pendule, des anomalies singulières qui sembleraient démontrer que la matière qui constitue la masse terrestre n'est pas distribuée en couches uniformes. Ces faits indiquent la nécessité de nouvelles recherches propres à compléter celles de MM. Cornu et Baille. En y joignant les études auxquelles se livrent les illustres géologues qui font partie de cette Assemblée, on parviendra sans aucun doute à des résultats qui signaleront un progrès important dans la Science, et feront connaître plus intimement la constitution de ce globe qui nous entraîne avec lui dans l'espace. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le développement de l'appareil vasculaire et de l'appareil génital des Comatules.* Note de M. **Edm. Perrier.**

« Dans les précédentes Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie relativement à l'organisation et au développement des Comatules, j'ai laissé de côté tout ce qui est relatif aux connexions de l'appareil vasculaire avec l'appareil ambulacraire et au développement de l'appareil génital.

Je demande aujourd'hui la permission de combler cette lacune et, comme mon Travail est maintenant complet, je profiterai de cette Communication pour relier entre eux tous les faits isolés qui sont actuellement connus.

» Dans les premiers temps qui suivent sa fixation, la larve, comme l'avait bien vu Götte, n'a pas de bouche. Son sac digestif, complètement clos, est relié aux parois du corps par un cordon cellulaire plein qu'entoure l'anneau ambulacraire. Les deux sacs péritonéaux divisent la cavité générale en deux autres cavités sans communication entre elles et ne communiquant pas davantage avec l'anneau ambulacraire; mais ce dernier communique *directement* avec l'extérieur par un tube recourbé en siphon, que nous appellerons le *premier tube hydrophore*.

» Un repli longitudinal du feuillet externe de la poche péritonéale droite est le premier rudiment de l'*organe dorsal*, souvent désigné comme un *cœur* par les auteurs.

» Bientôt, le sac digestif s'ouvre dans la poche péritonéale supérieure, à l'intérieur de laquelle font peu à peu saillie quinze tentacules nés sur l'anneau ambulacraire, mais qui repoussent devant eux, pour s'en couvrir, la paroi de la moitié supérieure de la cavité péritonéale gauche. Cette paroi leur fournira plus tard leur épithélium, qui se trouve avoir, par conséquent, une origine entodermique. La rupture du dôme de la cavité péritonéale supérieure met en communication la bouche avec l'extérieur et le rectum se constitue. Alors les bras commencent à pousser. A leur formation prennent part simultanément tous les tissus, toutes les cavités déjà différenciées dans le corps de la jeune larve qui représente le calice de l'animal adulte. Le jeune bourgeon brachial comprend donc : 1° un canal ambulacraire totalement enveloppé par un étui cellulaire fourni par la poche péritonéale gauche; 2° un prolongement tubulaire de cette poche péritonéale; 3° un prolongement tubulaire de la poche péritonéale inférieure; 4° enfin une partie pleine fournie par les tissus qui constituent la paroi du corps.

» Cependant l'anneau ambulacraire s'est mis en communication avec l'extérieur au moyen de cinq tubes hydrophores, et l'eau pénètre abondamment dans le tube digestif et le système des canaux ambulacraires. L'organe dorsal se différencie rapidement, s'éloigne un peu de la paroi du corps, tandis qu'à sa base, dans un *tissu mésodermique* modifié, qui fournira le *système nerveux*, se creusent les cinq cavités de l'organe cloisonné. Autour de l'organe dorsal, au-dessous de l'anneau ambulacraire, tout le long des deux bords supérieur et inférieur de l'intestin, se différencient des cordons fibro-

cellulaires pleins d'abord, mais qui sont destinés à devenir, peu à peu, de larges canaux. Ces cordons se modifient très vite et bourgeonnent activement sur leur trajet; une cavité apparaît dans leurs parties les plus anciennes qui prennent ainsi tous les caractères de ce qu'on a appelé les *vaisseaux*. Ces prétendus vaisseaux ne commencent à devenir bien manifestes qu'au moment où la jeune Comatule se détache de sa tige pour vivre de nouveau en liberté. Par les progrès de leur croissance, les bourgeons qu'ils supportent viennent s'appliquer contre les parois du corps, et un certain nombre d'entre eux, traversant l'épaisseur de ces parois, finissent par s'ouvrir directement au dehors, mettant ainsi la cavité des vaisseaux en communication avec l'extérieur et constituant en grande partie les entonnoirs vibratiles si nombreux qui existent sur la surface buccale du calice.

» Pendant ce temps, la partie des tubes hydrophores déjà existants qui est contenue dans les parois du corps se modifie notablement : ses parois propres s'amincissent; sa cavité se dilate, s'allonge en une sorte de poche; un bourgeon vasculaire, s'appliquant sur cette poche, arrive à s'ouvrir à son intérieur; à ce moment, les tubes hydrophores mettent donc l'appareil ambulacraire en communication, non seulement avec l'extérieur, mais encore avec les vaisseaux dans lesquels l'eau peut ainsi pénétrer par une nouvelle voie. Les vaisseaux, continuant à se multiplier ainsi que les tubes hydrophores, finissent par constituer, associés à des membranes renforcées de fibres musculaires, *l'organe spongieux*, qui entoure l'œsophage.

» Les cinq chambres latérales de l'organe cloisonné peuvent être considérées comme de simples dilatations de cinq vaisseaux principaux, qui contribuent à former l'enveloppe vasculaire de l'organe dorsal. Ces chambres fournissent à chaque cirrhe un canal divisé dans toute sa longueur par une cloison longitudinale. Chacune des cinq chambres latérales de l'organe cloisonné a ses parois propres qui demeurent distinctes dans toute leur étendue. Ces parois forment, en s'adossant deux à deux, les cloisons de l'organe, et toutes ensemble contribuent à former, chacune pour un cinquième, les parois de la chambre centrale qui contient le prolongement de l'organe dorsal.

» Quand tout le système des canaux ambulacraires et vasculaires est constitué, l'eau pénètre dans ce double système par les entonnoirs vibratiles, se répand au moins dans certaines parties de l'organe spongieux, descend

de là dans les vaisseaux qui se ramifient dans les parois de l'intestin, remonte dans l'organe spongieux par les vaisseaux longeant l'*organe dorsal*, puis redescend par le canal enveloppant cet organe et par ceux qui aboutissent aux chambres latérales d'où elle se rend aux cirrhes. Une partie de cette eau filtre dans la cavité générale et se rend dans les cavités supérieure et inférieure des bras; elle est mise en mouvement dans cette dernière par des espèces de corbeilles vibratiles.

» Ce que Ludwig appelle l'organe dorsal est un organe complexe, résultant de l'étroite union des divers canaux qui descendent dans la cavité axiale avec un autre organe qui n'est autre chose que la partie de l'appareil génital contenue dans le calice et qui mérite, en conséquence, le nom de *stolon génital*. Ce stolon, formé aux dépens d'un repli du sac péritonéal droit, est d'abord tout entier contenu dans le calice. Au-dessous de la cloison qui sépare en deux la cavité générale, il s'élargit bientôt en une sorte de masse cellulaire, puis se ramifie, pénètre dans les bras, de là dans les pinnules, et l'appareil génital forme ainsi une sorte d'arbre dont le tronc ne cesse de proliférer, repoussant toujours plus loin les branches périphériques. Les produits génitaux n'arrivent à maturité que dans les branches terminales, d'où l'opinion que l'appareil reproducteur des Comatules est situé dans les pinnules de leurs bras. Toutes les parties de l'organe dorsal sont nettement séparées dans une jeune Comatule n'ayant encore que cinq pinnules à chaque bras et les rapports du stolon génital absolument évidents. Plus tard l'enchevêtrement des vaisseaux est trop grand pour permettre une détermination sûre des parties. Quant aux prétendus vaisseaux, leurs innombrables communications avec l'extérieur montrent qu'ils ont surtout la signification de canaux aquifères. Chez les Comatules comme chez les Oursins, ce qu'on a appelé l'appareil vasculaire est en communication avec le système des canaux ambulacraires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction de la matière verte des feuilles; combinaisons définies formées par la chlorophylle.* Note de M. Er. Guignet. (Extrait par l'auteur.)

« Isolée par les divers procédés connus, la chlorophylle est très soluble dans l'alcool ainsi que dans la benzine ou l'éther de pétrole. Cependant, les feuilles vertes ou les feuilles séchées, soit à l'étuve, soit dans le vide,

n'abandonnent pas de chlorophylle à l'éther de pétrole, mais seulement un mélange de diverses matières jaunes ou incolores. Ce fait singulier ne peut s'expliquer (à ce qu'il nous semble) qu'en admettant que la chlorophylle est contenue dans des enveloppes insolubles dans l'éther de pétrole, mais solubles dans l'alcool.

» En effet, les feuilles sèches pulvérisées et traitées à chaud par l'alcool à $\frac{95}{100}$ donnent une solution vert foncé. Dans un mélange de glace et de sel, cette solution forme un dépôt abondant de matières incolores ou jaunâtres, insolubles dans l'éther de pétrole : c'est probablement cette substance, plus ou moins complexe, qui constitue les enveloppes contenant la chlorophylle.

» Ce qui confirme cette supposition, c'est que les feuilles séchées et pulvérisées, épuisées par l'éther de pétrole, finissent par abandonner un peu de chlorophylle à ce dissolvant : sans doute parce que les enveloppes, quoique très peu solubles, finissent cependant par être attaquées sous l'influence de grandes quantités d'éther de pétrole.

» En outre, les plus fines granulations vertes contenues dans les feuilles abandonnent un peu de chlorophylle à l'éther de pétrole, probablement parce qu'elles ne sont pas entourées d'enveloppes résistantes. On peut le vérifier aisément en broyant les feuilles d'épinard avec de l'eau distillée, et passant le liquide à travers un tamis fin; quelques grains verts sont entraînés et se déposent au bout de vingt-quatre heures. Ils donnent une solution verte avec l'éther de pétrole (après dessiccation à l'étuve).

» La chlorophylle est très instable en présence des acides étendus d'eau ou même sous l'influence de l'eau pure. En versant sur de l'eau la solution obtenue en traitant les feuilles par l'alcool concentré, la chlorophylle se précipite peu à peu par diffusion; mais elle se présente sous la forme de flocons bruns qui paraissent complètement altérés. En remplaçant l'eau par de l'alcool à 50°, la chlorophylle se précipite en flocons vert foncé (sans aucun indice de cristallisation); mais le produit ainsi obtenu est nécessairement très impur.

» La chlorophylle est au contraire très stable en présence des bases : elle se comporte comme un véritable acide, ainsi que M. Fremy l'a depuis longtemps constaté (il a désigné sous le nom d'*acide phyllocyanique* la matière verte des feuilles débarrassée des matières jaunes qui l'accompagnent).

» Avec les différentes bases, la chlorophylle donne des composés qui

paraissent très bien définis. Les sels de potasse et de soude sont très solubles dans l'eau : le sel de plomb est insoluble dans ce même liquide. Mais les premiers sont insolubles dans l'alcool absolu ainsi que dans l'éther de pétrole.

» Le procédé suivant, d'une exécution très facile, permet d'obtenir aisément la combinaison de chlorophylle et de soude.

» La décoction des feuilles dans l'alcool concentré (d'abord purifié par le refroidissement et la filtration à -10°) est agitée avec le dixième de son volume d'éther de pétrole. On ajoute peu à peu un volume d'eau égal à celui de l'alcool. La chlorophylle, insoluble dans l'alcool faible, reste en dissolution dans l'éther de pétrole qui se colore en vert foncé et peut être aisément séparé. L'alcool retient une matière jaune, des tannins, différents sels, etc.

» L'éther de pétrole est additionné d'une solution de soude dans l'alcool à $\frac{95}{100}$ et vivement agité : la chlorophylle se sépare à l'état de combinaison avec la soude. Cette combinaison est d'un vert si foncé qu'elle paraît noire : elle reste en dissolution dans la petite quantité d'eau que contenait l'alcool. L'éther de pétrole retient plusieurs matières jaunes ou incolores (parmi lesquelles un composé en cristaux orangés déjà signalé par M. Fremy).

» Pour purifier la combinaison sodique, il suffit de laver à plusieurs fois avec de l'alcool absolu qui enlève l'excès de soude.

» On redissout alors le composé sodique dans une petite quantité d'eau. Il est certain d'ailleurs que ce composé contient la chlorophylle non altérée, car il donne au spectroscope les mêmes bandes d'absorption que la chlorophylle. Mais il est nécessaire d'ajouter beaucoup d'eau, afin que la solution soit suffisamment transparente pour l'observation.

» La combinaison de chlorophylle et de soude n'est pas décomposée par l'eau, même sous l'action de la chaleur, ce qui explique pourquoi les feuilles abandonnent de la chlorophylle à une solution faible de soude caustique, surtout sous l'influence de la chaleur.

» En ajoutant de l'acétate de plomb à la solution de *chlorophyllate de soude*, on obtient un précipité vert foncé qui doit être une combinaison plombique bien définie. Avec les sels de chaux, de baryte, d'alumine, on prépare les combinaisons correspondantes. Plusieurs chimistes (et principalement M. Fremy) ont obtenu des *laques* de chlorophylle (combinaisons avec l'oxyde de plomb ou l'alumine), mais il nous semble qu'en partant de la combinaison sodique on doit obtenir des composés plus

purs. Ainsi la décoction des feuilles dans l'alcool donne, avec une solution alcoolique d'acétate neutre de plomb, un précipité blanc jaunâtre contenant des matières fort diverses. Après séparation du précipité et addition d'alcool ammoniacal, on obtient un précipité vert foncé, mais ce produit ne paraît pas être homogène.

» Pour obtenir à l'état cristallisé la combinaison de chlorophylle et de soude, il suffit d'ajouter de l'alcool à la solution aqueuse de ce composé et d'évaporer sous une cloche au-dessus de la chaux. La vapeur d'eau est seule absorbée : l'alcool se concentre de plus en plus et laisse déposer des aiguilles d'un vert très foncé, qui paraissent noires. Ces aiguilles sont fort solubles dans l'eau et présentent tous les caractères d'un composé parfaitement défini.

» Les expériences précédentes ont été faites sur les feuilles d'épinards séchées à l'étuve à 50° ou dans le vide à la température ordinaire. On obtient des résultats tout semblables : 1° si les feuilles fraîches ont été traitées à plusieurs fois par l'eau bouillante additionnée de $\frac{1}{2}$ pour 100 de cristaux de soude, de manière à enlever les tannins, les matières pectiques, etc.; le résidu, fortement pressé, est traité par l'alcool à 95 centièmes; 2° si les feuilles séchées ont d'abord été épuisées par l'éther de pétrole : ce qui est préférable, car le traitement par l'alcool devient très facile, et les produits sont plus purs.

» Enfin, les feuilles de lierre conviennent aussi très bien pour l'extraction de la chlorophylle; mais il est presque impossible de les sécher à l'étuve sans altération, et elles contiennent beaucoup de matières étrangères.

» En résumé, la chlorophylle paraît beaucoup plus stable et mieux définie qu'on ne le croit généralement, ce qu'on pouvait prévoir en remarquant que la chlorophylle non altérée se retrouve dans les déjections d'un grand nombre d'animaux herbivores et même dans les tourbes (ainsi que nous l'avons constaté en 1880). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

La Commission nommée pour examiner les Communications relatives aux aérostats se trouvant réduite à un nombre insuffisant de Membres, par des décès successifs, cette Commission est reconstituée comme il suit : MM. Faye, Fremy, Jamin, Tresca, A. Cornu, F. Perrier.

Une Commission est instituée pour examiner les Communications relatives aux tremblements de terre et aux phénomènes volcaniques; cette Commission comprendra : MM. Daubrée, Jamin, Hébert, Fouqué, A. Gaudry.

M. E. Heckel adresse, pour le concours du prix Barbier, une série de Mémoires relatifs aux applications de la Botanique à l'art de guérir.

(Renvoi à la Commission du prix Barbier.)

Un Anonyme adresse, pour le concours du prix Bordin, un Mémoire manuscrit, en langue allemande, sur l'origine de l'électricité de l'atmosphère, avec la devise : « *Quo teneam vultus....?* ».

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

M. Ch.-W. Zenger adresse une Note relative à la comparaison des épreuves photographiques du Soleil, avec les perturbations atmosphériques et séismiques, en 1884.

(Renvoi à la Commission des tremblements de terre.)

M. F. Laur adresse une nouvelle Note, accompagnée d'un diagramme, concernant la correspondance des tremblements de terre en Espagne avec les dépressions barométriques.

(Renvoi à la Commission des tremblements de terre.)

M. Virlet d'Aoust adresse une Note intitulée : « Examen des causes diverses qui déterminent les tremblements de terre ».

(Renvoi à la Commission des tremblements de terre.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 3e année (1884) de « l'Astronomie, Revue d'Astro-

nomie populaire, de Météorologie et de Physique du Globe », publiée par M. *C. Flammarion.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes d'Algèbre.* Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« Soit X_n le polynôme de Legendre; les racines $x_1, x_2, \ldots, x_n$ de $X_n = 0$ font acquérir un *maximum* à l'expression

$$(1-\xi_1^2)(1-\xi_2^2)\ldots(1-\xi_n^2)\,\Pi(\xi_k-\xi_l)^2, \quad (k_l = 1.2\ldots n)$$

lorsqu'on prend

$$\xi_1 = x_1, \quad \xi_2 = x_2, \quad \ldots, \quad \xi_n = x_n.$$

» La valeur de ce maximum est

$$\frac{2^4.3^6.4^8\ldots n^{2n}}{3^3.5^5.7^7\ldots(2n-1)^{2n-1}}.$$

» Discriminant de $X_n = 0$:

$$\Pi(x_k - x_l)^2 = \frac{2^2.3^4.4^6\ldots n^{2n-2}}{3^1.5^3.7^5\ldots(2n-1)^{2n-3}}.$$

» Soit encore

$$U_n = x^n - 1\,\frac{n(n-1)}{1.2}\,x^{n-2} + 1.3\,\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}\,x^{n-4} - \ldots$$

le polynôme défini par la condition

$$\int_{-}^{+\infty} e^{-\frac{1}{2}x^2}\,U_m U_n\,dx = 0, \quad (m \gtrless n);$$

les racines $x_1, x_2, \ldots, x_n$ de $U_n = 0$ font acquérir un *maximum* à l'expression

$$e^{-\frac{1}{2}(\xi_1^2+\xi_2^2+\ldots+\xi_n^2)}\,\Pi(\xi_k-\xi_l)^2,$$

en prenant

$$\xi_1 = x_1, \quad \xi_2 = x_2, \quad \ldots, \quad \xi_n = x_n,$$

et la valeur de ce maximum est

$$2^2.3^3.4^4\ldots n^n e^{-\frac{1}{2}n(n-1)}.$$

» Discrim. de $U_n = 2^2.3^3 4^4\ldots n^n$.

» Parmi toutes les équations du degré n, dont les racines sont réelles et ne dépassent pas les limites ± 1, celle qui a son discriminant *maximum* est $V_n = 0$, en posant

$$\sqrt{1 - 2xz + z^2} = \sum_0^\infty V_n z^n.$$

» Discrim. de $V_n = \dfrac{1^1.2^2.3^3\ldots(n-2)^{n-2} \times 2^2.3^3.4^4\ldots n^n}{1^1.3^3.5^5.7^7\ldots(2n-3)^{2n-3}}$.

» Lorsque n est très grand, le rapport de ce discriminant à celui de X_n est sensiblement $\frac{n\pi}{2}$. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Pouvoir calorifique du gaz d'éclairage en divers états de dilution*. Note de M. A. Witz, présentée par M. Desains.

« J'ai déjà eu l'honneur de soumettre à l'Académie (¹) les résultats de mes recherches sur le pouvoir calorifique des gaz de la pile, en divers états de dilution : la quantité de chaleur dégagée par équivalent est moindre quand les gaz sont dilués au tiers, et la différence est plus accentuée avec l'acide carbonique qu'avec l'oxygène. Or voici les résultats obtenus avec le gaz d'éclairage.

» De nombreux essais, poursuivis pendant près d'une année sur le gaz de plusieurs bonnes usines du département du Nord et de la Belgique, me conduisent à assigner, à un produit bien épuré, un pouvoir d'environ 5200 calories, quand il est mélangé de six fois son volume d'air; ce pouvoir est rapporté au mètre cube de gaz saturé de vapeur d'eau, à $0°$ et 760^{mm}.

» Avant de passer au scrubber et à l'épurateur, le même gaz donne 5600^{cal}. Le gaz de chauffage subit donc une perte, du chef de l'épuration.

» Si nous prenons comme terme de comparaison la chaleur dégagée par le mélange de 1^{vol} de gaz avec 6^{vol} d'air, nous constatons que le gaz donne 5 pour 100 de plus, quand il est mélangé de $1^{vol},25$ d'oxygène; avec 11^{vol} d'oxygène, le pouvoir calorifique est au contraire moindre de 4,6 pour 100; il diminue donc avec la dilution dans l'oxygène.

» Il n'en est plus de même lorsque le gaz est mélangé d'air : dilué dans 10^{vol} d'air, le gaz a un pouvoir plus grand de 2,5 pour 100 que lorsqu'il

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 187 (28 juillet 1884).

est mélangé de 6^{vol} d'air. Il semblerait donc que la combustion complète du gaz exige plus de 6^{vol} d'air, et l'effet de la dilution est inverse de ce qu'on aurait pu supposer *a priori.* »

CHIMIE. — *Sur les lois de la dissolution*. Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée [1].

« J'ai établi, dans une Communication précédente, une relation numérique approchée entre le coefficient de solubilité des sels, leur chaleur de dissolution à saturation et la température,

$$\frac{dx}{x} = \frac{k}{\delta} Q \frac{dt}{T^2}.$$

» La première conséquence à laquelle conduit cette formule est que $\frac{dx}{dt}$: la variation du coefficient de solubilité est du même signe que Q, la quantité de chaleur gagnée par la dissolution, c'est-à-dire que la solubilité croît avec la température pour les corps dont la dissolution absorbe de la chaleur et décroît au contraire pour ceux qui en dégagent, enfin ne change pas quand la chaleur de dissolution est nulle.

» L'accroissement de solubilité avec la température et l'absorption de chaleur dans la dissolution sont tellement fréquents qu'on érige habituellement ces deux faits en lois générales indépendantes. Dans ce cas, la vérification de l'énoncé que j'ai donné plus haut est faite d'une façon complète.

» La diminution de solubilité des corps par l'élévation de la température passe au contraire pour tout à fait exceptionnelle; les seuls corps solides présentant ce phénomène à la température ordinaire sont l'hydrate de chaux, le sulfate de cérium, le sulfate de soude anhydre; or ces trois corps dégagent de la chaleur en se dissolvant à saturation.

» Les sels, dont les dissolutions ne dégagent ni n'absorbent de chaleur, sont plus rares encore. M. Berthelot a reconnu qu'il en est ainsi pour le sulfate de chaux à 23°,7; mais ses expériences ont porté sur une dissolution sursaturée; on aurait sans doute, pour la dissolution saturée, une

(1) *Comptes rendus*, 5 janvier 1885, p. 50.

température un peu différente. Or les expériences de M. Marignac ont montré que la solubilité de ce sel présente un maximum à 35°, c'est-à-dire qu'à ce point son coefficient de solubilité ne varie pas avec la température. La concordance de ces faits est aussi grande que possible.

» Si, de la dissolution des solides, on passe, par analogie, à celle des liquides, on observe que la dissolution de ces derniers dégage souvent de la chaleur; leur solubilité doit alors décroître par une élévation de température; cette conclusion est encore vérifiée par l'expérience.

» Le brome dégage $+ 0^{cal},5$ dans sa dissolution dans l'eau; sa solubilité est moindre à chaud qu'à froid.

» L'éther ordinaire dégage $+ 5^{cal},94$; j'ai reconnu qu'il était beaucoup plus soluble à la température de $-15°$ qu'à la température ordinaire.

» Le sulfure de carbone, d'après les observations récentes de M. Chancel, est plus soluble à froid qu'à chaud; sa dissolution doit donc dégager de la chaleur; c'est, en effet, ce que j'ai reconnu, sans qu'il m'ait été possible cependant de faire des mesures exactes.

» Enfin, si l'on arrive aux gaz, la même loi s'applique encore; on sait depuis longtemps que leur dissolution dégage de la chaleur, que leur solubilité à pression constante décroît par une élévation de température.

» La loi en question ne paraît donc souffrir aucune exception.

» La dissolution des liquides présente une particularité intéressante; chacun des corps en présence peut être indifféremment considéré comme dissolvant, et, en réalité, c'est ainsi que les choses se passent. En agitant de l'éther ordinaire et de l'eau, puis laissant reposer, il se sépare deux liquides qui restent superposés : l'un est une dissolution d'éther dans l'eau renfermant $\frac{1}{10}$ du corps dissous, et l'autre, une dissolution d'eau dans l'éther renfermant $\frac{1}{60}$ du corps dissous. Il en est de même avec un grand nombre d'autres liquides. Soient A et B les deux corps en présence; $\frac{b}{a}$ le coefficient de solubilité de B dans A et $\frac{a'}{b'}$ le coefficient de solubilité de A dans B. Si l'on mêle B à A, dans une proportion inférieure à $\frac{b}{a}$, ou supérieure à $\frac{b'}{a'}$, la dissolution sera complète; on n'aura qu'un seul liquide homogène non saturé; pour les proportions intermédiaires, on aura deux liquides saturés, séparés d'après leur différence de densité. En faisant varier la température, les deux coefficients de solubilité varieront; dans le cas de l'éther

et de l'eau, dont la dissolution dégage de la chaleur, ils s'accroîtront par un abaissement de température. Il en résulte que l'écart entre la composition des liqueurs saturées ira en diminuant jusqu'au moment où l'un des coefficients sera égal à l'inverse de l'autre. A cette température, et pour toutes les températures plus basses, il sera impossible d'obtenir des liqueurs distinctes saturées, quelles que soient les proportions du mélange. Ils sont dans ces conditions miscibles en toutes proportions. Si la dissolution des deux liquides absorbe de la chaleur, l'accroissement de solubilité et, par suite, le mélange complet s'obtiendront par une élévation de température.

» Il n'y a donc pas, à proprement parler, de différence entre les liquides miscibles et ceux qui ne le sont pas; c'est une simple question de coefficient de solubilité, de température. Il était intéressant de vérifier expérimentalement cette conséquence sur deux liquides présentant leur point de passage à une température abordable. J'avais infructueusement cherché un semblable mélange lorsque M. Schlœsing m'a signalé celui de nicotine et d'eau. Ces deux liquides, miscibles en toutes proportions à la température ordinaire, se séparent en deux liqueurs différentes vers 100°. L'élévation de température produisant un phénomène résultant d'une diminution de solubilité, il fallait que la dissolution de ces deux corps dégageât de la chaleur. Cette prévision a été pleinement vérifiée par l'expérience; nous avons observé, en mêlant à volumes égaux l'eau et la nicotine, une élévation de température d'environ 10°.

» Les considérations que je viens de développer trouvent une application curieuse dans les expériences dont M. Pictet a entretenu l'Académie la semaine dernière. Ce savant a reconnu que l'acide carbonique et l'acide sulfureux liquides sont miscibles en toutes proportions à la température ordinaire, mais que le mélange se sépare à basse température en plusieurs liquides superposés; il a constaté, en même temps, que le mélange homogène possédait une tension de vapeurs relativement plus faible que les deux liquides superposés, et a conclu de ce fait que le mélange de ces deux corps, demandant un travail moindre pour se liquéfier, pourrait augmenter le rendement des machines frigorifiques. La loi que j'ai établie plus haut montre que la séparation d'un mélange en deux liquides distincts par le refroidissement indique une solubilité décroissante avec la température et, par suite, une absorption de chaleur dans la dissolution de ces corps. Pendant leur évaporation ultérieure, ils produiront donc une moindre quantité de froid que ne le feraient les deux corps séparés. L'éco-

nomie du travail de compression sera ainsi compensée par cette diminution de la chaleur latente de vaporisation, et le rendement utile ne sera très probablement pas modifié. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissolution du carbonate de magnésie par l'acide carbonique.* Deuxième Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« On ne sait pas comment varie la solubilité des carbonates métalliques dans l'eau chargée d'acide carbonique, lorsqu'on fait varier la température. J'ai cherché quelle est la marche du phénomène pour le carbonate de magnésie. L'appareil dont je me suis servi est une sphère en cuivre étamé de 10 litres de capacité, terminée, à sa partie supérieure, par un cylindre qu'on peut fermer hermétiquement à l'aide d'un couvercle métallique. Ce cylindre est muni de deux tubes à robinet. L'acide carbonique pénètre dans l'appareil par l'un de ces tubes et peut s'échapper, à la volonté de l'opérateur, par l'autre. Sous le couvercle se trouve un autre cylindre qui entre dans le premier lorsqu'on ferme l'appareil et qui force l'acide carbonique à pénétrer dans la sphère avant de s'échapper par le tube de sortie. Le couvercle est également muni d'un tube de fer, ouvert à sa partie supérieure, fermé à sa partie inférieure, dans lequel on introduit un peu de mercure et un thermomètre. On a ainsi constamment la température de la masse. A la partie inférieure de la sphère se trouve un robinet qui permet de prélever des prises d'essai du mélange. Enfin la bombe est traversée par un axe muni de palettes destinées à agiter le liquide (5 à 6 litres) en présence de l'acide carbonique. Une machine motrice à gaz actionne cet agitateur et une pompe qui aspire l'acide carbonique dans un gazomètre et le comprime dans l'appareil, lorsqu'on veut opérer sous pression. Un manomètre en communication avec le gaz de la sphère indique la pression.

» Les expériences, dont je vais donner les résultats, ont été faites avec du carbonate de magnésie cristallisé $CO^3Mg, 3H^2O$.

» Après une heure environ d'agitation, l'équilibre est établi, comme je l'ai indiqué dans une précédente Communication. Toutefois, j'ai prolongé les expériences au delà de ce temps, et ce n'est qu'après avoir obtenu dans le liquide filtré un titre constant pendant une heure au moins que j'ai considéré comme exact le chiffre trouvé.

» Dans une première série d'expériences, j'ai déterminé les variations de la solubilité avec la pression à la température de 12°. Ces expériences avaient surtout pour but de voir dans quelles limites il y avait concordance entre les quantités résultant du calcul et celles trouvées en se servant du carbonate neutre de magnésie et en s'entourant de toutes les précautions possibles. Appliquant aux données expérimentales la formule $x^m = Ky$, j'ai trouvé la constante $m = 0,370$ et la constante $K = 0,03814$.

» Dans le Tableau suivant se trouvent les quantités résultant de l'expérience et celles que donnent le calcul. Les chiffres indiquant les quantités de carbonate de magnésie représentent les poids en grammes de carbonate de magnésie anhydre, en solution dans un litre d'eau à l'état de bicarbonate. J'ai retranché de la quantité totale de carbonate en solution $0^{gr},970$, qui est la quantité de carbonate neutre que dissout un litre d'eau exempte d'acide carbonique.

Pression de CO^2 en atmosphères.	Quantité de CO^3Mg, trouvée.	Quantité de CO^3Mg, calculée. $m = 0,370$.	Diff. pour 100.	Quantité de CO^3Mg, calculée. $m = 0,333$.	Diff. pour 100.
0,5	20,5	20,3	−1,0	21,5	+5
1	26,5	26,2	−1,1	27,10	+2,2
1,5	31,0	30,4	−1,9	31,03	0
2	34,2	33,8	+1,2	34,1	−0,3
2,5	36,4	36,8	+1,1	36,7	+0,8
3	39,0	39,3	+0,8	39,08	0
4	42,8	43,7	+2	43,01	+0,5
6	50,6	50,8	+0,4	49,2	−2,7

» La concordance entre les chiffres calculés et les nombres trouvés paraîtra suffisante, si l'on songe que, dans de semblables expériences, il faut maintenir constantes à la fois la température et la pression, et que le dégagement d'acide carbonique dans le liquide filtré gêne l'opérateur, soit qu'il veuille peser le liquide ou en mesurer un certain volume.

» Il est intéressant de remarquer que le coefficient de $m = 0,370$ se rapproche des coefficients 0,378 et 0,380 trouvés par M. Schlœsing pour les carbonates de chaux et de baryte. On peut d'ailleurs faire varier m dans de certaines limites sans que l'équation $x^m = Ky$ cesse de donner des résultats suffisamment voisins des nombres trouvés. En posant $m = 0,333$,

on a

$$x = K^3 y^3, \quad \text{d'où} \quad y = \frac{1}{K}\sqrt[3]{x},$$

c'est-à-dire que la quantité de carbonate que dissout l'acide carbonique à une même température et à des pressions différentes est proportionnelle à la racine cubique de la pression de l'acide carbonique. C'est une loi approchée du phénomène qui le représente assez bien, surtout pour les pressions supérieures à la pression atmosphérique. Dans le Tableau ci-dessus (colonne 5), j'ai donné les nombres obtenus en s'imposant pour m, 0,333 et prenant pour y la valeur qui résulte de la substitution de 0,333 à 0,370 dans la somme des équations obtenues à l'aide de chacune des expériences.

» En opérant à la pression atmosphérique et faisant varier la température, on trouve que 1^lit d'eau dissout, sous forme de bicarbonate de magnésie, à

	CO^3Mg.
3°,5	35gr,6
12	26,5
18	22,1
22	20,0
30	15,8
40	11,8
50	9,5

» Il n'est pas possible d'exprimer par une formule les variations de la quantité de carbonate neutre de magnésie en fonction de la température, car le coefficient de solubilité des gaz ne varie pas proportionnellement à la température. Mais il existe une relation entre les chiffres ci-dessus et les coefficients de solubilité de l'acide carbonique aux températures correspondantes. Si l'on applique aux données de l'expérience la formule

$$x^m = Ky,$$

il vient pour m la valeur 0,969, c'est-à-dire une valeur voisine de l'unité. En effet, en divisant les quantités de carbonate de magnésie trouvées par le coefficient de solubilité de l'acide carbonique à la température correspondante, on obtient une constante; en moyenne, 23,4. La quantité de carbonate de magnésie que dissout 1^lit d'eau chargée d'acide carbonique à

la pression atmosphérique est donc sensiblement proportionnelle au coefficient de solubilité de l'acide carbonique à la température considérée. Cette loi ne peut être vérifiée que jusqu'à la température de 22°, les coefficients de solubilité de l'acide carbonique n'étant pas connus pour des températures supérieures. En multipliant les coefficients de solubilité de l'acide carbonique par la constante 23,4, on trouve, à

	Calculé.	Trouvé.
3°,5	36,1	35,6
12	25,7	26,5
18	21,8	22,1
22	20,3	20,0

CHIMIE. — *Sur un hydrate cristallisé de l'acide phosphorique.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Debray.

« M. Peligot a signalé le premier, en 1840 (*Ann. de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXVII, p. 286), l'existence de l'acide phosphorique $PhO^5, 3HO$ cristallisé. Les cristaux de cet acide se forment quelquefois spontanément lorsqu'on abandonne au refroidissement une dissolution sirupeuse d'acide phosphorique dont la concentration est voisine de la composition des cristaux. Ce sont de grands prismes cannelés, ressemblant à du nitre. Une fois en possession d'une petite quantité de cette substance, il est toujours possible de faire cristalliser une dissolution de concentration convenable qui le plus souvent resterait surfondue.

» Ces cristaux d'acide phosphorique se dissolvent, quel que soit le poids d'eau employé, avec élévation de température du liquide; ils fondent à 41°,75 (Berthelot). Ayant eu besoin de préparer de grandes quantités d'acide phosphorique cristallisé, j'ai observé que l'eau mère qui baignait ces cristaux se solidifiait quelquefois complètement, pendant l'hiver, se liquéfiait au contraire lorsque la température s'élevait au-dessus de 30°. Quelquefois même la liquéfaction des cristaux était complète, en été. Ces cristaux, si facilement fusibles, se dissolvaient d'autre part dans l'eau, avec abaissement de température. Ils devaient constituer un hydrate nouveau de l'acide phosphorique; l'étude que j'en ai faite montre en effet que leur composition répond à la formule $PhO^5, 4HO$.

» Ces cristaux se sont formés dans les conditions suivantes. Lorsque dans une dissolution concentrée d'acide phosphorique, dont la composition est voisine de $PhO^5, 3HO + 0,3HO$, on sème un cristal d'acide phosphorique trihydraté, les cristaux de cet acide se développent baignés d'une eau mère dont la composition correspond bientôt à la formule $PHO^5, 4HO$. Par abaissement de la température de la masse, cette eau mère cristallise à son tour et bientôt le tout se solidifie, les cristaux à $4^{éq}$ d'eau comblant les interstices des cristaux primitivement formés. Si l'on prend, à l'aide d'une baguette de verre, une petite quantité de ces cristaux mixtes et qu'on les mette au contact d'une dissolution sirupeuse d'acide phosphorique, on détermine la formation de cristaux à $3^{éq}$ ou à $4^{éq}$ d'eau suivant que la concentration du liquide est voisine de $PhO^5, 3HO$ ou de $PhO^5, 4HO$.

» C'est là, comme on le voit, une application des méthodes de cristallisation par surfusion ou sursaturation, si soigneusement étudiées par M. Gernez.

» J'ai vérifié que les acides phosphoriques solides du commerce sont à $3^{éq}$ ou à $4^{éq}$ d'eau, quelquefois même un mélange de ces deux hydrates, et les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus sont évidemment celles que je viens d'indiquer.

» Les cristaux de l'hydrate $PhO^5, 4HO$, dont la solidification est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable, se développent lentement pour peu que le liquide renferme un petit excès d'eau. Ces cristaux sont des lamelles prismatiques qui ont quelquefois la plus grande ressemblance avec les cristaux de l'acide trihydraté, mais le prisme est coupé obliquement, tandis que les cristaux de l'acide $PhO^5, 3HO$ paraissent appartenir au système orthorhombique.

» Débarrassés de leur eau mère par le contact avec une plaque de porcelaine dégourdie, sous une cloche, au-dessus de l'acide sulfurique, ces cristaux ont donné à l'analyse :

		Calculé.
Acide phosphorique	66,16	66,35
Eau (par différence)...........	33,84	33,65
	100,00	100,00

Les nombres obtenus correspondent à la formule

$$PhO^5 + 4,03HO.$$

» Ces cristaux, introduits dans un liquide dont la dilution ne dépasse pas $PhO^5 + 4,3HO$, en déterminent toujours la cristallisation.

» Ils fondent à 27° environ; la solidification d'un liquide maintenu au voisinage de cette température s'est faite entre 26°, 5 et 27°, 5.

» J'ai observé pour la dissolution dans $200H^2O^2$, à + 13°, de

	Cal
PhO^5, 4HO solide	+ 0,14
» fondu	+ 3,78
PhO^5, 3HO solide ([1])	+ 2,67

» On déduit de là :

	Cal
Chaleur de fusion de PhO^5, 4HO	— 3,64
PhO^5, 3HO solide + HO solide = PhO^5, 4HO solide	+ 1,85

» D'autre part, on calcule, à l'aide des nombres obtenus par M. Thomsen (*Deutsche Chem. Ges.*, 1874, p. 996) :

	Cal
PhO^5 solide + 3HO solide = PhO^5, 3HO solide	+14,8
PhO^5 solide + 4HO solide = PhO^5, 4HO solide	+16,65

» Ainsi, tandis que l'union de l'acide anhydre avec chacun des trois premiers équivalents d'eau dégage, en moyenne, $4^{Cal},93$, l'union du quatrième équivalent ne dégage plus que $1^{Cal},85$.

» La chaleur de dissolution de l'hydrate PhO^5, 4HO, à une même température (+ 13°), est accompagnée de phénomènes thermiques différents, suivant le poids d'eau employé; j'ai observé, pour les dissolutions,

		Cal
PhO^5, 4HO +	$850H^2O^2$	+ 0,31
»	200 »	+ 0,14
»	130 »	+ 0,08
»	100 »	0
»	80 »	— 0,07

» La dissolution de l'hydrate PhO^5, 4HO dans un poids d'eau inférieur à $100H^2O^2$ se fait donc avec absorption de chaleur. Ainsi, en dissolvant l'hydrate dans son poids d'eau à + 16°,8, la température du liquide s'est abaissée à 11°,5; soit un abaissement de 5°,3.

» La dissolution dans un poids d'eau nH^2O^2 peut être représentée par

---

([1]) M. Thomsen avait observé, pour cette chaleur de dissolution, à +18°, et dans la même quantité d'eau, $+ 2^{Cal},69$.

la formule

$$Q = \frac{n}{n+8,46} 3,95 - 3,64.$$

» L'hydrate PhO^5, $4HO$ surfondu cristallise au contact d'un cristal de l'acide arsénique AsO^5, $4HO$ décrit par Kopp, et, inversement, cet hydrate de l'acide arsénique liquéfié cristallise au contact d'un cristal de PhO^5, $4HO$. Il y a donc isomorphisme entre ces deux hydrates. Mais la comparaison entre les phénomènes thermiques que présentent ces deux composés, lorsqu'on les dissout dans l'eau, établit entre eux des différences profondes. C'est ce qui résulte de l'étude des hydrates de l'acide arsénique, que j'ai dû reprendre et que je résumerai dans une prochaine Communication. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Structure cellulaire de l'acier fondu.* Note de MM. **Osmond** et **Werth**, présentée par M. Troost.

« Des essais poursuivis depuis plusieurs années au laboratoire des usines du Creusot nous ont fourni sur la structure de l'acier fondu certaines données nouvelles que nous demandons à l'Académie la permission de lui présenter.

» *Essais par la méthode des lames minces.* — Si l'on prépare des lames d'acier fondu recuit aussi minces que possible, c'est-à-dire de $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre d'épaisseur et que, après les avoir fixées sur verre à l'aide du baume de Canada, on les attaque à froid par l'acide azotique étendu, l'acide dissout le fer et laisse comme résidu le dérivé nitré d'un hydrate de carbone. Le squelette ainsi obtenu nous révèle donc, *en place*, la distribution du carbone dans l'acier.

» L'examen microscopique prouve que cette distribution n'est nullement uniforme, et que l'acier fondu est constitué par de petites granulations de fer doux, généralement séparées les unes des autres par des cloisons d'une substance différente qui contient le carbone et qui est un carbure de fer, comme nous le verrons plus loin. En d'autres termes, l'acier fondu possède *une sorte de tissu cellulaire, le fer constituant le noyau et le carbure l'enveloppe des cellules.*

» Les cellules élémentaires ainsi constituées, *ou cellules simples*, s'agrègent en agglomérations que nous appellerons *cellules composées*, agglomérations séparées, dans les lames minces rendues transparentes, par des lignes vides. Ces lignes dessinent des polygones fermés et de grandes dimensions dans

l'acier coulé, mais qui deviennent de plus en plus petits, brisés et confus à mesure que le métal a été plus parfaitement travaillé.

» Les faces de contact des cellules composées étant représentées, en coupe mince et après l'attaque par l'acide azotique, par des lignes évidées, ces faces doivent être, en réalité, constituées par du fer doux, sans interposition de carbure; ce que nous exprimons en disant : *les cellules composées sont dépourvues d'enveloppe*.

» D'autre part, il est facile d'identifier les cellules composées avec ce que l'on appelle ordinairement le *grain de l'acier;* leurs faces sont donc aussi des régions de moindre cohésion; ce qui permettrait de définir la cassure d'une barre d'acier la surface qui, dans la partie intéressée par l'effort tranchant, contient le minimum de carbone.

» *Essais par la méthode Weyl.* — Si l'on attaque un barreau d'acier fondu par la méthode que Weyl a proposée pour le dosage du carbone, c'est-à-dire par l'acide chlorhydrique étendu, au pôle positif d'un élément de Bunsen, le résidu charbonneux garde la forme, l'aspect et les dimensions du barreau primitif.

» Ce résidu est formé de petites paillettes : il était donc interposé, à la manière du graphite dans les fontes grises, entre les facettes de granulations polyédriques.

» La permanence de la forme, après la dissolution du fer libre, prouve que ces paillettes constituaient un réseau continu dans les mailles duquel était logé le fer.

» Enfin, l'analyse chimique montre que le résidu de la méthode Weyl est essentiellement, comme nous l'avions annoncé, un carbure de fer; seulement ce carbure subit toujours, pendant son séjour dans l'acide, un commencement d'attaque.

» La méthode Weyl confirme donc, en les complétant sur certains points, les conclusions que nous avions tirées de l'examen des lames minces.

» *Attaque de surfaces polies par l'acide azotique.* — La préparation des lames étant difficile et les cellules simples étant définies une fois pour toutes, il est commode, pour l'étude des cellules composées, d'attaquer des sections polies par l'acide azotique. On doit employer de préférence l'acide concentré dont l'action, en vertu de la passivité du fer, se limite spontanément à une profondeur infiniment faible; on lave ensuite à grande eau. La distribution relative du fer et du carbure est ainsi mise en évidence

par le contraste de parties métalliques brillantes et de régions noires relativement ternes.

» Ce mode d'attaque révèle très nettement, surtout dans l'acier coulé, l'organisation cristallitique des globulites de fer, et les cellules composées nous apparaissent comme le résultat d'accroissements dendritiques qui, se développant d'une façon indépendante, se sont mutuellement limités, en expulsant de leurs joints le carbure de fer encore liquide dont ils étaient imbibés.

» *Influence de la trempe.* — Ce que nous venons de dire ne s'applique qu'à l'acier fondu refroidi lentement. Après la trempe vive, les cellules composées ont complètement disparu; la cellule simple reste l'élément constituant; mais le carbure de fer interposé est devenu beaucoup plus rare que dans le même acier recuit; le surplus du carbone est séparé par la méthode Weyl sous forme d'hydrate et les choses se passent comme si cette fraction était uniformément diffusée ou dissoute dans toute la masse métallique.

» *Influence de l'écrouissage.* — Au point de vue anatomique, l'écrouissage n'a rien de commun avec la trempe, bien qu'il produise certains effets analogues sur les propriétés physiques de l'acier. Il ne se traduit que par une déformation permanente des cellules avec allongement du noyau dans le sens de l'écoulement local et dislocation corrélative plus ou moins complète de l'enveloppe peu malléable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le glycol : solidification, préparation.* Note de M. G. **Bouchardat**, présentée par M. Berthelot.

« Le glycol qui a servi à ces essais a été préparé en faisant agir une solution de carbonate de potasse sur le bromure d'éthylène, par le procédé Zeller et Huefner. Indépendamment des autres avantages de cette méthode, j'ai constaté que le produit était très pur, ne donnant que 3 pour 100 de liquide passant au-dessus de 198° et renfermant de l'alcool diéthylénique bouillant à 250°, dont on sépare facilement le glycol.

» Cela m'a permis de constater une propriété intéressante du glycol. Le glycol pur anhydre, bouillant exactement à 197°,5, a été refroidi progressivement en le plaçant dans un tube plongé dans du chlorure de méthyle que l'on fait traverser par un courant rapide d'air sec. Sous l'influence du froid et aussi des trépidations produites par l'appareil, le glycol s'est soli-

difié très facilement à des températures variables de — 13° à — 25°; à ce moment le thermomètre remonte, et, si le refroidissement extérieur n'est pas trop intense, la température se fixe jusqu'à solidification totale à — 11°,5, qui est la température de congélation et de fusion du corps, ainsi qu'on l'a vérifié directement.

» Le glycol possède à un haut degré la propriété de rester en surfusion. On peut le placer dans un mélange réfrigérant à la température de — 20° et l'y abandonner pendant plus de six heures sans qu'il s'y forme de cristaux. Mais si l'on retire le flacon du mélange réfrigérant et si l'on y introduit des parcelles de glycol solidifié à l'aide du chlorure de méthyle, on voit se former lentement des cristaux assez volumineux, maclés, à facettes brillantes, qui tombent au fond du vase. Ces cristaux, d'après l'aspect général de la forme des macles, paraissent être clinorhombiques ou clinoédriques, malheureusement la température ambiante ne m'a pas permis d'effectuer de mesures.

» La présence d'un peu d'eau abaisse le point de solidification. Les mélanges de $1^{éq}$ de glycol avec $1^{éq}$, $2^{éq}$, $4^{éq}$ ou $6^{éq}$ d'eau ne se solidifient plus même à — 55°; de même les portions bouillant au-dessus de 198° et renfermant de l'alcool diéthylénique ne se solidifient pas à cette température.

» Le principal inconvénient du mode indiqué précédemment pour obtenir le glycol tient à ce que le quart environ du bromure d'éthylène se transforme en éthylène bromé que l'on peut recueillir ou transformer en bromure d'éthylène bromé bouillant à 187°; ce dernier corps se solidifie à une très basse température vers — 35° dans l'appareil à chlorure de méthyle; son point de fusion est situé à — 26°. J'ai pu éviter la production d'éthylène bromé en remplaçant le carbonate de potasse par le carbonate de chaux ou la magnésie calcinée, mais la réaction est tellement lente que j'ai dû renoncer à l'emploi de ces substances. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le glycol monochlorhydrique.* Note de M. G. **Bouchardat**, présentée par M. Berthelot.

« Je signalerai quelques particularités de la préparation du glycol monochlorhydrique. Il y a avantage à employer le glycol brut légèrement hydraté, le glycol pur dissolvant à 0° moins de $1^{éq}$ de gaz chlorhydrique. Après avoir chauffé le mélange en vase fermé, si l'on vient à distiller le tout, on constate d'abord qu'il passe très peu d'eau acide et de chlorure d'éthy-

lène, fait déjà observé; la proportion en est d'autant plus forte que le glycol était plus hydraté; puis, le thermomètre se fixe à 106° et, de 106° à 107°, on recueille près de la moitié de la masse totale. A ce moment, le thermomètre monte rapidement à 128°, point d'ébullition du glycol monochlorhydrique, et l'on recueille alors un quart environ du produit total. Le résidu, repris par l'acide chlorhydrique, donne de nouveau les mêmes produits.

» La masse, passant toujours à la température de 106° après de nombreuses rectifications, est constituée par un mélange, à proportions constantes d'eau, d'acide chlorhydrique et de glycol monochlorhydrique, dans la proportion de 49,7 de glycol chlorhydrique, de 10,6 d'acide et 39,7 d'eau, s'éloignant peu de la composition

$$2C^4H^5ClO^2 + HCl + 8H^2O^2;$$

grâce à la stabilité du glycol chlorhydrique, ce mélange peut lui être substitué dans la plupart des réactions. On peut en retirer le glycol chlorhydrique, en le saturant très exactement par la potasse et distillant. Sa densité est, à 0°, de 1,1926, celle du glycol chlorhydrique étant, d'après mes essais, de 1,2233; ni ce mélange ni le glycol monochlorhydrique ne se solidifient même à — 55° dans l'appareil à chlorure de méthyle. Par contre, un mélange de $1^{éq}$ de glycol monochlorhydrique et de $4H^2O^2$ se solidifie à — 11°, se prend entièrement à — 17°; des mélanges faits en d'autres proportions ne se solidifient que partiellement. Le brome est sans action, à froid, sur le glycol chlorhydrique et sur le mélange précédent. A la température de l'ébullition, l'attaque est lente : il se dégage de l'acide chlorhydrique et de l'acide bromhydrique, ce dernier déplaçant le gaz chlorhydrique dans le glycol chlorhydrique. Les produits principaux sont, d'une part, l'acide bibromacétique, bouillant à 135° et fondant de 43° à 48°; puis, du bromure d'éthylène. Enfin, il se forme aussi de petites quantités de bromal, que l'on a transformé en hydrate cristallisé, de tétrabromure de carbone bouillant à 188°, fusible vers 90°, et de bromoforme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la diastase du malt sur l'amidon cru.* Note de M. L. Brasse, présentée par M. Berthelot.

« La transformation de l'empois d'amidon en dextrine et maltose sous l'influence d'un ferment soluble qu'on nomme l'*amylase* est aujourd'hui un fait bien établi, mais qui ne suffit pas pour nous faire comprendre comment,

pendant la germination, l'amidon est transformé en glucoses. En effet, il existe une lacune : jusqu'à présent, il a été impossible de constater la moindre action digestive quand on a fait agir l'amylase sur l'amidon naturel ou cru.

» On a d'abord émis l'idée que, pendant la germination, il doit se développer des acides destinés à faire subir à l'amidon un travail préparatoire, analogue à celui que la chaleur effectue pendant la transformation de l'amidon cru en empois; mais on a reconnu qu'à cette époque les graines sont plutôt alcalines qu'acides. Aujourd'hui, on est donc porté à admettre que cette modification préliminaire est accomplie sous l'influence d'un ferment soluble distinct de l'amylase.

» Le produit qu'on retire de l'orge germée par la méthode Dubrunfaut et celui que j'ai extrait des feuilles par la même méthode exercent, en effet, une action digestive sur l'amidon cru, pourvu que l'extraction ait été faite à froid et que l'opération ait été rapidement menée, afin que la diastase subisse le moins longtemps possible l'action de l'alcool.

» Le dispositif des expériences est celui que j'ai adopté et décrit dans une précédente Communication ([1]), mais ici l'amidon cru remplace l'empois et le nombre des témoins a été augmenté. Il a fallu y joindre des flacons renfermant, soit de l'amidon cru et de l'eau sans diastase, soit de l'amidon cru et une solution de diastase préalablement portée à l'ébullition. Enfin on a opéré à quatre températures différentes : 34°, 42°, 50° et 57°. J'ai pu constater alors les faits suivants :

» A 34° et à 42°, la diastase a toujours transformé en glucoses une partie de l'amidon cru, ce qu'a démontré non seulement l'analyse des liqueurs, mais aussi l'examen microscopique de l'amidon restant. Les grains présentaient manifestement des traces de corrosions, analogues à celles qu'on observe pendant la germination. La température de 42° s'est toujours montrée la plus favorable. Quelques essais, faits à une pression de 2^{atm} environ, semblent montrer que l'augmentation de pression active la transformation.

» La quantité de glucoses produits va s'accroissant assez lentement; le maximum est atteint au bout de un ou deux jours, suivant les cas. Quoique la quantité produite alors soit minime (par exemple, 0,100 de glucose avec 0,500 d'amidon dans 50^{cc} de solution), elle reste stationnaire, même quand on ajoute une nouvelle dose de diastase, pourvu qu'on n'augmente pas le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 878.

volume; mais, si l'on étend d'eau, l'action se continue et l'on atteint un second maximum (le glucose a suivi à peu près l'augmentation du volume).

» L'influence retardatrice des glucoses déjà formés par la réaction ultérieure est rendue manifeste quand on les enlève par la dialyse, au fur et à mesure de leur production. Dans ces conditions, l'équilibre ne pouvant s'établir, l'action se continue. Ainsi, dans un cas, on a dosé, en douze jours, 300^{mgr} de glucoses produits; tandis que, dans le même temps, la même quantité de diastase sous un volume de 25^{cc} n'avait pu dissoudre 20^{mgr} d'amidon. Il faut remarquer que ces chiffres sont des minima, car la diastase employée contient toujours des principes susceptibles de donner plus tard des glucoses qui, lorsque le volume des liqueurs est faible, arrêtent la transformation de l'amidon.

» A 50° et à 57°, on n'a jamais pu constater la formation des glucoses. Une digestion prolongée à ces températures fait même plus ou moins perdre à la diastase ses propriétés.

» Un séjour prolongé dans l'alcool à 63° G.-L. exerce la même diminution.

» Les diastases du commerce, que j'ai eu occasion d'examiner, n'ont donné lieu à aucune transformation, probablement à cause de leur mode de fabrication qui les avait altérées.

» Enfin, dans les conditions où j'ai opéré, je n'ai jamais pu manifester par l'iode la formation de la dextrine.

» Sommes-nous en présence d'une nouvelle diastase, différente de l'amylase? C'est une question qui, je crois, ne pourra être résolue que lorsqu'on saura extraire ces principes à l'état de pureté et les séparer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire des solutions de cellulose dans la liqueur de Schweizer.* Note de M. **Alb. Levallois.**

« Dans deux récentes Communications ([1]), M. Béchamp, après avoir contrôlé mes expériences sur la rotation imprimée au plan de polarisation par les solutions de cellulose dans les liqueurs ammoniaco-cuivriques, et les avoir trouvées exactes, combat la conclusion que j'ai tirée de cette rotation, à savoir que la cellulose en dissolution dans ces liqueurs a un pouvoir rotatoire.

» Dans ses expériences, M. Béchamp, ayant d'abord reconnu que l'une des deux extinctions se produit moins nettement que l'autre, considère ce

---

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 117 et 279.

fait comme anormal. Il est probable, d'après cette observation, que le polarimètre à pénombre dont se sert ce savant est le polarimètre Laurent avec lame d'une demi-onde ; or, on sait que cet instrument a été construit pour la lumière jaune du sodium et non pour la lumière bleue. Il peut cependant servir lorsqu'on a affaire à une lumière sensiblement monochrome, comme celle que laisse passer la liqueur de Schweizer, mais sa sensibilité est diminuée par le fait dont nous venons de parler.

» Le point sur lequel M. Béchamp a attiré spécialement l'attention de l'Académie est celui-ci : la cellulose n'aurait pas de pouvoir rotatoire; ce serait la liqueur cuivrique qui jouirait de la propriété de faire tourner le plan de polarisation, de quantités très faibles, tantôt à droite, tantôt à gauche; d'autres fois, elle n'agirait pas; la cellulose ne ferait qu'augmenter la rotation dans des proportions énormes et toujours vers la gauche. Ainsi, dans une expérience, la rotation a été de 1°,03 *à droite,* observée avec un tube de $0^m,05$, et *pour la même liqueur de* 1°,56 *à gauche,* dans un tube de $0^m,10$. La plus grande déviation notée par M. Béchamp est de 1°,7 et beaucoup ne sont exprimées que par des fractions de degré. Je n'ai pas, pour ma part, dans les nombreuses observations que j'ai faites l'année dernière, constaté ce pouvoir rotatoire des liqueurs ammoniaco-cuivriques; les expériences que je viens de répéter à l'aide d'un nicol et d'un analyseur m'ont donné des résultats également nuls.

» Quant au fait que le pouvoir rotatoire des solutions de cellulose dans les liqueurs cuivriques varie, toutes choses égales d'ailleurs, avec les quantités de cuivre contenues dans ces liqueurs, ce n'est pas une particularité sans analogues, comme le pense M. Béchamp : le pouvoir rotatoire des solutions de sucrate de chaux varie aussi avec les quantités de chaux que renferme la dissolution, et la déviation n'est pas proportionnelle aux poids du sucre dissous. Cette proportionnalité, qui n'existe pas non plus pour les dissolutions de cellulose, ne présente cependant pas des écarts comme ceux qu'indiqueraient les rotations de 20° et de 24°,5 pour des teneurs respectives de cellulose de 1 pour 100 et de 1,5 pour 100. M. Béchamp n'a pas vu qu'il rapprochait là des chiffres appartenant à des expériences différentes.

» En résumé, de mes premières expériences et de celles que j'ai répétées récemment, il m'est impossible de conclure, avec M. Béchamp, que la cellulose en solution dans les liqueurs cuivriques ne possède pas de pouvoir rotatoire, et que ce pouvoir réside dans le dissolvant. J'ai toujours obtenu

des rotations considérables avec les solutions de cellulose et nulles avec le réactif.

» Quant à la dissolution de la cellulose dans la liqueur de Schweizer, tout porte à croire qu'elle est de même nature que celle du sucre dans l'eau de chaux, et que le corps que l'on régénère par l'action des acides faibles ou étendus est de la cellulose, ou plutôt de l'hydrocellulose, comme semblent l'indiquer un certain nombre de propriétés. C'est, du reste, dans cette direction que je porte maintenant mes recherches. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Observations concernant les organismes producteurs de zymases, présentées à propos d'une Note de M.* Duclaux *et de Remarques de M.* Pasteur; par M. **A. Béchamp.** (Extrait.)

« Il y a trente ans, et beaucoup plus tard, on confondait, sous l'appellation de *ferments* des substances aussi dissemblables que la diastase et la levure de bière. Liebig les regardait indistinctement comme des matières azotées en voie d'altération. Claude Bernard lui-même considérait la *diastase salivaire* de M. Mialhe comme le résultat d'une sorte de putréfaction des salives glandulaires dans la cavité buccale.

» Dès 1855, je me suis efforcé de prouver que les ferments solubles sont, sans exception, les produits de l'activité physiologique d'organismes vivants : moisissures, levures, vibrioniens, microzymas géologiques ou atmosphériques, microzymas divers d'organismes supérieurs. J'ai prouvé qu'ils peuvent être doués de plusieurs modes d'activité et qu'ils peuvent être caractérisés comme substantiellement différents par leurs pouvoirs rotatoires (1).

» Aujourd'hui, le problème paraît si bien résolu que M. Duclaux en parle comme d'un fait irrévocablement acquis. En effet, dans une Note récente, ce savant parle purement et simplement des « microbes très actifs producteurs de diastases (2) ». D'autre part, M. Pasteur, dans les observations dont il a fait suivre cette Communication, insiste sur « les travaux distingués que M. Duclaux a déjà produits sur le rôle des microbes dans la

(1) *Mémoire sur les matières albuminoïdes* (*Recueil des Savants étrangers*, t. XXVIII, p. 338).

(2) *Comptes rendus*, t. C, p. 66.

digestion (¹) ». Bref, il semble que la découverte de la production des *diastases* par les microbes, et du rôle des mêmes microbes dans la digestion, soit la conséquence des travaux de M. Pasteur et de M. Duclaux. C'est ce qu'il m'est impossible d'accorder : je réclame la priorité complète des recherches qui ont résolu cette question.

» En étudiant l'interversion des solutions de sucre de canne exposées à l'air commun, dans diverses conditions, j'ai d'abord démontré qu'elle était due aux moisissures qui s'y développent peu à peu. J'en vins ensuite à supposer et à démontrer que ces moisissures sont productrices d'un agent intervertissant, différent de l'acide qui se forme dans l'action ultérieure de ces moisissures sur le sucre de canne. C'est ce que j'ai exprimé dans la proposition suivante :

« La transformation subie par le sucre de canne en présence des moisissures *peut* être assimilée à celle que la diastase fait éprouver à la fécule [2]. »

» Et l'on avait si peu l'idée, non seulement d'une fonction chimique de ces moisissures, mais de la dépendance qui pouvait exister entre les ferments solubles analogues à la diastase et les ferments organisés analogues à la levure de bière, que, deux ans après, M. Pasteur écrivait ceci :

« Je ne pense pas qu'il y ait dans les globules de levure aucun pouvoir particulier de transformation du sucre de canne en sucre de raisin. Mais, l'acide succinique étant un produit constant de la fermentation alcoolique, le sucre doit éprouver en sa présence l'effet qu'il éprouve en général en présence des acides [3]. »

» J'avais déjà étendu à la levure mes recherches sur les deux fonctions des moisissures. Moi aussi, j'avais noté la formation d'un acide, mais j'avais réussi à produire l'interversion, par les moisissures et par la levure, avant la manifestation de tout autre phénomène de fermentation. En présence de l'opinion énoncée par M. Pasteur, j'ai hésité et je n'ai voulu la contredire qu'appuyé sur des preuves péremptoires. Dans l'intervalle, M. Berthelot démontrait que, dans l'expérience de Mitcherlich, l'interversion par l'infusion de la levure est indépendante de l'acidité : il isolait l'agent intervertisseur lui-même. D'ailleurs, Mitscherlich, comme M. Pasteur, estimait que, par elle-même, la levure n'agissait pas sur le sucre de canne pour l'intervertir. Je n'eus pas de repos que je n'eusse démontré que

---

(¹) *Comptes rendus*, t. C, p. 68.
(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LIV, p. 28; 1858.
(³) *Ibid.*, t. LXVIII, p. 357; 1860.

la levure, comme les moisissures, contenait le ferment soluble tout formé et que, par suite, il ne pouvait être un des produits de son altération.

» Ce résultat étant obtenu, j'ai distingué deux fonctions dans la levure et dans les ferments organisés : la fonction qui produit le ferment soluble, et la fonction en vertu de laquelle se manifestent les réactions ordinaires qui produisent l'alcool, les acides, etc. En conséquence, il fallait distinguer par une dénomination nouvelle le produit de la première fonction : je formai le mot *zymase*, pour désigner génériquement les ferments solubles qui sont contenus dans les produits formés par les ferments organisés et qui sont doués d'activités chimiques analogues à celle de la diastase.

» Ces notions je les ai utilisées, enfin, dans une Note sur la fermentation alcoolique présentée à l'Académie; je disais :

« Cet être (la levure) transforme d'abord, en dehors de lui même, le sucre de canne en glucose, par le moyen d'un produit qu'il contient tout formé dans son organisme et que je nomme *zymase* : c'est la *digestion* (1), etc. »

» J'appelais ici *digestion* la transformation préalable, nécessaire, du sucre de canne qui doit subir la fermentation alcoolique. Cette théorie toute physiologique de la fermentation, je l'enseignais couramment à la Faculté de Montpellier; elle a été appliquée dans une Note intitulée : *Du rôle des organismes microscopiques de la bouche dans la digestion et particulièrement dans la formation de la diastase salivaire.*

» Dans le préambule de ce travail, fait en commun avec MM. Estor et Saint-Pierre, les auteurs disaient :

« M. Béchamp a démontré que certains phénomènes dus aux ferments organisés étaien véritablement le résultat de l'action de ferments solubles sécrétés par les premiers; réciproquement il a été conduit à penser que la présence des zymases dans un liquide de l'économie impliquait l'existence d'organismes producteurs. »

» Cette Note, renvoyée à une Commission composée de MM. Longet et Robin, n'a paru aux *Comptes rendus* que par son titre et par sa conclusion la plus générale, que voici :

« La conclusion de ce travail est que ce n'est pas par une altération que la salive parotidienne devient capable de digérer la fécule, mais bien par une zymase, que les organismes de Leuenhoeck (microzymas, bactéries, leptothrix) y sécrètent en se nourrissant de ses matériaux (2). »

(1) *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 601 (1864).
(2) *Ibid.*, t. LXIV, p. 696 (1867); *Montpellier médical*, t. XII, p. 484.

» Il serait facile de montrer, par d'autres citations puisées aux *Comptes rendus,* que la diastase, la synaptase, le ferment soluble du pancréas, la pepsine, etc., sont également les produits de l'activité physiologique de microzymas, de bactéries ou de cellules autonomes.

» J'ajouterai que, vingt ans après que j'avais signalé la relation de dépendance dont je parlais, M. Pasteur ne croyait pas encore que la diastase, la synaptase, le ferment soluble du pancréas, le pepsine, fussent produits par des ferments organisés autonomes, microzymas, vibrioniens ou cellules; il soutenait même encore que « le ferment soluble, inversif du sucre de canne, est indépendant de la fonction de la levure [1] ».

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure anatomique et la position systématique de l'*Halia priamus (*Risso*). Note de M. **J. Poirier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Grâce à un individu femelle dragué par les officiers de la frégate *l'Alceste,* à l'embouchure de la Gambie, et par 100^m de fond, j'ai pu étudier assez complètement la plupart des organes de l'*Halia priamus* et établir nettement sa position systématique.

» *Aspect.* — Le pied est large, volumineux, très épais, tronqué en avant, et son bord antérieur est creusé d'un sillon se prolongeant un peu sur les bords latéraux. En arrière, le pied s'amincit légèrement et ne présente aucune trace d'opercule. La surface supérieure, très convexe, est tuberculeuse et paraît être, au moins après un séjour dans l'alcool, d'une coloration d'un brun-marron foncé. A l'exception de l'opercule qui manque, ce pied a une forme identique à celle du *Buccinum undatum.*

» Le manteau, bien développé, présente un bord légèrement épaissi, sans trace de papilles.

» Le siphon, situé à gauche, est bien développé et en tout comparable à celui des Buccins.

» La tête, assez semblable à celle du *B. undatum,* en diffère cependant un peu par la forme de ses tentacules, qui sont très développés, coniques et légèrement aplatis. Le tentacule gauche est un peu plus grand que le tentacule droit.

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXXXIII, p. 5 (1876).

» Les yeux sont situés vers la base des tentacules, l'œil gauche au sommet d'un petit mamelon, l'œil droit, au contraire, ne faisant aucune saillie et ne pouvant être distingué que par sa coloration noire.

» Dans la cavité branchiale, nous trouvons fixées à la face interne du manteau deux branchies dont la forme et la disposition reproduisent exactement ce que l'on rencontre chez *B. undatum*.

» Comme dans cette espèce aussi, en arrière de la grande branchie, se trouve une glande du mucilage très développée.

» *Appareil digestif.* — La bouche, petite, est pourvue de deux lèvres horizontales, dont l'inférieure est la plus développée. Elle donne entrée dans une vaste cavité, à parois épaisses musculaires, formant la poche linguale.

» Cette poche est énorme, ovoïde et renflée à sa partie postérieure. Elle est fixée aux téguments par de nombreux faisceaux musculaires qui, partant de ses faces latérales antérieures, s'insèrent sur les parois voisines du corps.

Parmi ces faisceaux, deux sont remarquables par leur grosseur. Ce sont les plus postérieurs.

» Les parois de cette poche se replient en dedans à la partie postérieure et forment à son intérieur un tube conique s'étendant jusque près de l'orifice buccal à son extrémité. Ce tube, qu'on peut considérer comme une trompe faiblement extensible, se retourne lui-même en doigt de gant et donne naissance au tube œsophagien qui, une fois sorti de la poche linguale, se dirige en avant en longeant la face inférieure de cette poche, puis se recourbe de nouveau pour aller passer dans l'anneau nerveux œsophagien.

» La radula, dont la formule est 1, 1, 1, ne se trouve pas située à l'intérieur de ce tube œsophagien, mais dans un autre plus étroit situé immédiatement au-dessous et qui s'ouvre dans l'œsophage à son extrémité antérieure. Ce tube radulaire est soumis à l'action d'un grand nombre de faisceaux musculaires fixés, les uns aux parois sous-jacentes de la trompe et les autres aux parois externes et inférieures de la poche linguale.

» Les dents de la rangée médiane qui n'avaient pas été aperçues jusqu'ici sont cependant très nettes, d'une coloration jaune, et en forme de cœur.

» A cette première partie du tube digestif se relient deux paires de glandes de structure bien différente. La première paire, celle des glandes salivaires, est formée de deux masses irrégulières glandulaires placées toutes deux sur le côté droit de la poche linguale. Leurs canaux excréteurs, très

longs, ne passent pas sous l'anneau œsophagien et ils ne pénètrent dans l'œsophage qu'à son extrémité antérieure. La deuxième paire comprend des glandes situées également à droite, mais d'une forme toute différente. Chacune d'elles se compose en effet d'un corps piriforme dont les parois musculaires vont graduellement en s'amincissant et se continuent par un long canal excréteur situé au-dessous du canal de la glande salivaire correspondante. Ce canal se jette non dans le tube œsophagien, mais dans le fourreau radulaire. Je suis porté à considérer ces dernières glandes comme étant des glandes venimeuses.

» Un peu en arrière du collier œsophagien, l'œsophage se bifurque et donne naissance à deux tubes, dont l'un très court se jette bientôt dans un sac presque sphérique à parois très épaisses, musculaires (gésier). L'autre, plus gros, décrit de nombreuses circonvolutions et vient également aboutir au gésier sur sa face supérieure et postérieure, le premier débouchant à la face antérieure et inférieure. De la face postérieure et inférieure du gésier naît un troisième tube, l'intestin, qui se dirige d'abord en arrière en ligne droite, se renfle légèrement en une sorte d'estomac, décrit ensuite plusieurs sinuosités, entre les lobes du foie très développé, se recourbe et finalement vient déboucher au dehors dans la cavité palléale sur le côté droit du corps.

» *Appareil circulatoire.* — Le cœur, volumineux, est situé en avant et un peu au-dessous du corps de Bojanus, très volumineux. Le ventricule, très gros et à parois minces, se continue par l'aorte qui se recourbe en avant, en donnant naissance à une artère qui se ramifie dans le foie et dans les glandes génitales. Ce vaisseau se dirige ensuite directement en avant vers le collier œsophagien en émettant quatre artères qui se ramifient sur les côtés du corps dans le manteau et sur le siphon œsophagien. Dans le collier œsophagien, l'aorte donne naissance à de petites branches se ramifiant sur les ganglions et sur les nerfs qui en partent, puis aux deux artères tentaculaires et enfin à l'aorte radulaire, qui envoie des rameaux aux glandes salivaires et venimeuses, ainsi qu'aux parois de la poche linguale. L'aorte se recourbe ensuite pour donner naissance aux artères pédieuses.

» *Système nerveux.* — Le système nerveux de l'Halia présente les plus grandes analogies avec celui du *B. undatum.* Les centres nerveux sont remarquables par leur grande condensation. Le ganglion branchial ou supra-intestinal est plus écarté du cerveau que chez le Buccin, et il est situé sur le faisceau musculaire postérieur gauche de la poche linguale.

L'Halia est *chiastoneure* ainsi que le Buccin, qui n'est nullement *orthoneure*, comme le dit H. von Ihéring.

» *Appareil génital*. — L'appareil génital femelle est identique à celui du *B. undatum*.

» Ainsi, sans discuter dans cette Note les différentes opinions émises sur la position systématique de l'Halia, nous pouvons affirmer que celle qui a été adoptée en dernier lieu et qui le place, malgré la forme de la coquille et de l'animal, dans la famille des *Pleurotomidæ*, est fausse, puisque la radula, sur la structure de laquelle on se basait, n'a pas pour formule 1, 0, 1, comme une observation insuffisante l'avait fait croire, mais bien 1, 1, 1. Donc, d'après la forme de la plupart de ses organes, je me crois autorisé à placer l'Halia, bien que dépourvu d'opercule, dans la famille des *Buccinidæ*. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'anatomie des Brachiopodes du genre Cranie.* Note de M. **Joubin**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 985), j'ai indiqué la structure des organes génitaux et digestifs des Brachiopodes du genre Cranie, que l'on trouve à Banyuls, dans les environs du Laboratoire Arago.

» La coquille de ces animaux est formée de fibres calcaires extrêmement fines; elle est traversée par des perforations s'épanouissant, dans la valve supérieure, en ramifications arborescentes, dont les derniers rameaux sont des filaments ténus se terminant à sa surface externe même; j'ai observé de nombreux détails différant des descriptions de Carpenter et King, mais il serait trop long de les rapporter ici. La valve ventrale a aussi des perforations, mais seulement aux points où il n'y a pas d'insertions musculaires; en ces points d'insertion, des formations particulières de cartilage calcifié recouvrent la coquille. Les perforations de cette valve sont peu ramifiées, moniliformes et dépourvues de houppes terminales; en revanche, il y a tout un réseau de petits tubes qui en partent à différents niveaux et s'entrecroisent dans tous les sens.

» Le manteau se compose de deux parties : l'une interne, contenant les organes génitaux; l'autre externe, appliquée contre la coquille. Il consiste en une mince lame de cartilage recouverte en dehors d'un épithélium

cilié, à granulations spéciales et limitant en dedans, entre elle et la coquille, une couche de tissu en quelque sorte spongieux, constitué par des trabécules de petites cellules entrecroisées. Dans cette partie, il pénètre dans les perforations de la coquille, les tapisse d'une sorte d'épithélium dont les cellules, assez nombreuses vers le bas, deviennent de plus en plus rares à mesure que le calibre diminue. Il tapisse aussi toute la valve dorsale sans grandes modifications au niveau dès muscles; sur la valve ventrale, au niveau des insertions, le cartilage devient extrêmement épais et souvent s'ossifie; le tissu spongieux disparaît alors. Le feuillet du manteau qui sert d'enveloppe aux glandes génitales présente dans sa moitié externe des stries concentriques, qui en font le tour dans le sens de la largeur, et qui sont dues à des épaississements annulaires de la lame de cartilage.

» Les muscles qui s'insèrent sur ce cartilage épaissi sont au nombre de trois paires principales : une en avant, composée de différents faisceaux, une en arrière, formée d'un seul faisceau; ces deux paires sont des adducteurs verticaux, larges et courts, unissant les deux valves et servant à leur occlusion; la troisième est oblique et va du milieu de la valve ventrale (l'insertion se fait sur une apophyse cartilagineuse souvent calcifiée) au bord postérieur de la valve dorsale; son rôle est de projeter la valve libre en avant ou de côté. Deux autres paires de muscles moins importants soutiennent les bras. Elles s'insèrent sur eux d'une part et de l'autre sur la valve dorsale, l'une près de la ligne médiane du corps, l'autre à peu près au point où les bras se détachent de la masse viscérale. Une autre paire de muscles part du groupe antérieur d'adducteurs, pénètre dans l'intérieur des bras et s'y distribue aux cirrhes. Enfin un dernier muscle, impair et médian, va de la partie postérieure de la valve dorsale, entre les deux muscles adducteurs postérieurs à la paroi dorsale du corps; il est situé juste au-dessus du rectum. Différentes autres petites bandes musculaires s'observent sur la paroi du corps et autour de la base des muscles. Les fibres musculaires sont lisses, à aspect soyeux et fixées aux cartillages d'insertion par petits groupes sur des éminences spéciales.

» Les bras, dépourvus de squelette calcaire, sont enroulés à plat sur la valve ventrale, et font un nombre de tours, variable avec la taille des individus. Ils portent les cirrhes alternant sur deux rangs et une lèvre mince sur toute leur longueur. Deux canaux vont également d'un bout à l'autre, l'un sous la lèvre, l'autre sous les cirrhes dans lesquels il se prolonge. Un nerf important suit aussi le bras, placé dans le cartilage qui compose toute

la charpente de cet organe. Dans le voisinage de la ligne médiane, les deux bras subissent une sorte de torsion qui amène les cirrhes au-dessous de la bouche. Les deux canaux suivent ce mouvement; tout en changeant de forme, ils gardent les mêmes rapports; celui de la lèvre s'élargit beaucoup et entoure l'œsophage qui y est suspendu par de nombreux trabécules; il s'ouvre dans la cavité générale par une sorte d'ouverture valvulaire située sous la courbure de l'œsophage; celui des cirrhes se bifurque, et l'une de ses branches reçoit le muscle spécial du bras, tandis que l'autre va rejoindre sous les cirrhes le canal correspondant de l'autre bras. Je ne puis entrer dans plus de détails relativement à ces organes. Les cirrhes sont des tubes cartilagineux à parois inégalement épaisses, recouverts extérieurement d'un épithélium à longues cellules ciliées en dehors, à cellules courtes et sans cils du côté de la lèvre. L'intérieur de ce canal contient aussi un épithélium en continuité avec celui du canal brachial correspondant, et quelques fibres musculaires. Une sorte d'épaississement en forme de fil entoure irrégulièrement le cartilage du cirrhe.

» La respiration ne s'effectue pas par des organes spéciaux : c'est le manteau et surtout sa duplicature, renfermant les organes génitaux, qui en sont presque complètement chargés; sa surface externe et l'intérieur des conduits génitaux sont garnis de cils vibratiles. Il est possible cependant que les cirrhes, la paroi du corps, de même que les perforations des valves, y prennent aussi part.

» Il n'y a point d'appareil circulatoire défini chez la Cranie; on n'y trouve ni cœurs ni vaisseaux. Le sang qui baigne les viscères est mis en mouvement par les contractions du corps et des bras et par les cils vibratiles de la cavité palléogénitale.

» Le système nerveux est composé d'un collier extrêmement réduit en dimensions, qui entoure l'œsophage au niveau de l'insertion des deux muscles, attachant les bras à la valve dorsale. La dissection en est difficile. On ne peut guère donner le nom de *ganglions* aux deux parties un peu plus épaisses d'où émergent, en dessus, deux nerfs descendant vers les bras, en dessous, deux autres nerfs croisant les premiers et pénétrant dans le manteau. Les nerfs des bras sont les plus importants comme volume. Ils sont formés d'un cordon fibreux et de cellules semblables à celles que van Bemmelen a décrites chez divers Brachiopodes articulés. Il est à remarquer, comme d'ailleurs chez la Lingule, que les centres nerveux sont très réduits chez la Cranie. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système nerveux d'une Fissurelle* (F. alternata). Note de M. L. Boutan [1], présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Je crois utile de donner une description détaillée du système nerveux d'une Fissurelle, quoique, dans un Mémoire sur la même question, prise à un point de vue plus général, M. H. Ihering fournisse une figure représentant le système nerveux de la *Fissurella maxima*. L'examen de cette figure schématique conduirait, en effet, à éloigner complètement le système nerveux de la Fissurelle du système nerveux typique des Gastéropodes et à le rapprocher plutôt de celui des Vers, tandis qu'une étude attentive des centres nerveux de cet animal et de leurs dépendances mutuelles nous amènera à une conclusion tout autre.

» Je prendrai pour type, dans cette description, n'ayant pu disséquer la *Fissurella maxima*, une espèce se rapprochant, par ses principaux caractères, de celle qui a été figurée dans la Conchyliologie de M. Reeve sous le nom de *Fissurella alternata*. J'ai pu en étudier de nombreux échantillons vivants qui provenaient du laboratoire Arago, de Banyuls-sur-Mer, où ils se trouvent en abondance, avec une autre espèce vivant également à Roscoff, la *Fissurella reticulata*.

» *Ganglions cérébroïdes et stomato-gastriques.* — De chaque côté de la masse buccale, on trouve deux ganglions aplatis, qui sont reliés entre eux par une large commissure. De chacun de ces ganglions se détachent quatre nerfs qui se ramifient autour de l'orifice buccal; puis le nerf tentaculaire, le nerf oculaire, le connectif cérébro-gastrique, le connectif cérébro-pédieux, enfin le connectif cérébro-viscéral.

» Le connectif cérébro-gastrique est remarquable. Dès son origine, il offre une apparence ganglionnaire, et émet supérieurement deux nerfs qui se rendent à la partie antérieure du tube digestif; inférieurement, un nerf très grêle qui passe sur la face ventrale du bulbe et réunit les deux ganglions cérébroïdes, comme une commissure transversale. Ce fait n'est pas unique du reste chez les Gastéropodes : on observe la même disposition chez la *Philine*, par exemple. Le connectif cérébro-gastrique aboutit à deux ganglions allongés, qui donnent naissance à deux nerfs volumineux, lesquels innervent le tube digestif, et à quatre nerfs qui innervent le bulbe et la radula.

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Banyuls et de la Sorbonne.

» *Ganglions pédieux et asymétriques.* — De chacun des ganglions cérébroïdes se détachent deux connectifs, accolés sur une partie de leur parcours et qui se rendent, le premier à l'un des ganglions pédieux, le second à l'un des deux premiers ganglions du centre asymétrique.

» Ces connectifs cheminent parallèlement, car les deux premiers ganglions du centre asymétrique sont soudés aux ganglions pédieux, mais situés dans un plan postérieur à celui qu'occupent ces derniers. Je signale sur le connectif cérébro-viscéral un petit nerf qui rappelle celui que M. de Lacaze-Duthiers a figuré à la même place chez l'Haliotis.

» Au-dessous du groupe ganglionnaire ainsi formé, on observe une masse nerveuse allongée, rappelant la forme d'un triangle isoscèle à base très rétrécie. La base du triangle est constituée par l'ensemble des ganglions pédieux et des deux premiers ganglions du groupe asymétrique. Les deux autres côtés sont reliés entre eux par sept commissures, dirigées parallèlement à la base.

» Dans une Note récente, M. de Lacaze-Duthiers a montré que chacun des côtés de ce triangle n'est pas formé par une bande nerveuse unique, comme on serait tenté de le croire au premier abord, mais par deux parties distinctes : l'antérieure, qui appartient aux ganglions pédieux; l'autre, qui dérive des ganglions du groupe asymétrique. L'auteur indique aussi que, de cette masse nerveuse, partent deux ordres de nerfs : les uns, situés latéralement, remontent vers le manteau, dans la partie correspondant à la collerette de l'Haliotis (bord festonné), que j'ai également décrite chez le Parmophore; les autres, placés antérieurement, s'enfoncent dans le pied.

» Sur les ganglions pédieux, se trouvent les deux otocystes, rapprochés par leur bord interne. Par compression, on aperçoit l'origine des deux nerfs très grêles qui les relient aux ganglions cérébroïdes.

» Les premiers ganglions du centre asymétrique donnent naissance à deux commissures, qui forment un 8 comme chez l'Haliotis. Ces deux commissures gagnent la partie dorsale de l'animal. Celle de droite aboutit à un ganglion situé sur le côté gauche; celle de gauche, à un ganglion situé sur le côté droit. Chacun de ces ganglions est uni :

» 1° A un ganglion impair, situé sur la ligne médiane du corps, et d'où se détachent les nerfs qui se rendent autour de l'orifice anal et sur les parties inféro-dorsales de l'animal;

» 2° A un ganglion branchial, situé vers le tiers supérieur de la branchie. Ce ganglion fournit plusieurs nerfs : les deux premiers remontent vers la partie supérieure de la branchie; le plus grêle se rend dans une

partie spongieuse qui rappelle un organe déjà décrit dans l'Haliotis. Le troisième et le quatrième se dirigent vers la partie inférieure de la branchie et l'un d'eux innerve l'oreillette. Enfin le cinquième contourne la branchie et va former, avec son symétrique, un anneau nerveux, d'où se détachent de nombreuses petites branches autour de l'orifice de sortie de l'eau.

» Pour terminer cette description, il me reste à signaler un grand nerf, également en anneau, qui suit le bord externe du manteau et donne de nombreuses ramifications dans les papilles qui bordent celui-ci. Ce nerf se rattache aux deux premiers ganglions du centre asymétrique.

» Il existe donc, dans le manteau, deux anneaux nerveux concentriques : l'externe dépend des deux premiers ganglions du centre asymétrique, l'interne des deux ganglions branchiaux.

» *Conclusions.* — L'étude du système nerveux de la Fissurelle nous a amené à reconnaître, dans cet animal, deux ganglions cérébroïdes, deux ganglions pédieux, cinq ganglions du centre asymétrique, comme on les retrouve toujours dans le système nerveux typique d'un Gastéropode.

» Reste la masse nerveuse triangulaire : à quoi doit-on la rattacher? Dans la note que je rappelais plus haut, M. de Lacaze-Duthiers en a indiqué la signification morphologique. Je pense donc qu'on doit considérer ce triangle nerveux comme un simple allongement des ganglions pédieux et des deux premiers ganglions du centre asymétrique qui, s'étant accolés, auraient acquis un développement exceptionnel et se seraient étirés, en prenant l'aspect figuré par M. H. Ihering.

» Le système nerveux du Parmophore, décrit dans une Note précédente, serait le terme de passage entre celui de l'Haliotis et celui de la Fissurelle. Au même point de vue, l'Émarginule, également pourvue de la masse nerveuse signalée plus haut, se placerait entre le Parmophore et la Fissurelle; car la coalescence des centres pédieux et asymétriques est portée chez cet animal un peu moins loin que dans ce dernier type. »

GÉOLOGIE. — *Origine des minerais métallifères existant autour du Plateau central, particulièrement dans les Cévennes.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Tout autour du Plateau central, vers la limite des terrains anciens et des terrains secondaires, existe un nombre considérable de dépôts métalli-

fères, dont beaucoup sont assez riches pour être industriellement exploités. Dufresnoy a formulé la théorie de ces gîtes :

« Déjà nous avons indiqué, en décrivant le gisement du minerai de fer, le rôle que joue cette zone de contact dans la production de ce métal. Il est peut-être plus important encore pour le sulfure de zinc, qui paraît avoir constamment accompagné l'épanchement des roches granitoïdes. Quelquefois, il ne se présente qu'en veinules ou en rognons isolés; mais, dans plusieurs localités, la blende y existe avec une véritable abondance; nulle part ce phénomène n'est plus marqué que dans les Cévennes.

» On donne, de la localisation des dépôts métallifères (entre les terrains anciens et les terrains secondaires), cette raison, que la surface de contact de ces terrains offrait une voie plus facile et plus favorable que toute autre zone au passage et à la circulation des émanations métallifères. Cette explication est très rationnelle si l'on admet comme point de départ incontestable que les substances métallifères, qui existent çà et là autour du Plateau central, sont arrivées à l'état d'émanations des profondeurs du globe; mais il faut bien reconnaître que, malgré l'assentiment donné à cette idée par la très grande majorité, sinon l'unanimité des savants, elle reste encore aujourd'hui à l'état de complète hypothèse. Des recherches poursuivies depuis plus de quinze ans, sur le terrain et dans le laboratoire, m'ont conduit à une tout autre conclusion. Je l'ai déjà indiquée dans mes publications antérieures; mais je viens aujourd'hui la formuler d'une façon complète et explicite, en apportant, pour la justifier, une série de résultats acquis par mes dernières recherches.

» J'ai montré que les granits, les gneiss, etc., les terrains les plus anciens accessibles à notre observation, en un mot, contiennent, à l'état de dissémination complète, un grand nombre de substances et en particulier du cuivre, du manganèse et du zinc. Les eaux marines qui ont agi sur ces roches, qui les ont détruites, ont nécessairement dissous une certaine quantité de substances métallifères et en particulier des proportions sensibles des trois métaux cités plus haut. Comme conséquence confirmant la vérité de cette idée, j'ai fait voir qu'il est extrêmement facile, même en n'employant que les procédés ordinaires de la Chimie analytique, de retirer du manganèse, du cuivre et du zinc des eaux des mers de la période actuelle. Mais il est élémentaire que ces substances étaient notablement plus abondantes dans les dépôts des mers anciennes, et surtout de celles qui ont *directement* détruit et trituré les roches de la formation primordiale, puisque les dépôts d'une mer sont d'autant plus remaniés, d'autant plus lavés, par conséquent *d'autant moins riches en substances mé-*

tallifères, qu'ils appartiennent à des époques plus rapprochées de l'ère moderne.

» Autour du Plateau central, et particulièrement dans les Cévennes, existent des dépôts puissants, formés dans les conditions que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire par des mers ayant directement emprunté les matériaux de leurs sédiments à la formation primordiale. Ce sont, d'ailleurs, souvent des dépôts de mers parfaitement normales, puisqu'ils sont parfois remplis de fossiles; ils sont constitués par des argiles et des calcaires, et se rapportent, comme âge, au silurien et au dévonien.

» J'ai étudié ces terrains, non plus à l'aide d'un petit nombre d'échantillons pris de loin en loin sur de vastes surfaces : j'ai recueilli 340 échantillons, répartis dans 63 coupes générales, menées à travers toute l'épaisseur des terrains, depuis Villefort (Lozère) jusqu'à Béziers (Hérault).

» J'ai, en outre, étudié 88 échantillons de marnes et de calcaires, empruntés à toute l'épaisseur du dévonien, qui domine les plateaux au-dessus de la petite ville du Vigan (Gard).

» Résultats obtenus. — *Manganèse.* Le manganèse est si abondant dans tous ces dépôts, qu'il suffit souvent de $0^{gr},10$ de roche pour le faire nettement apparaître par ses réactions ordinaires.

» *Cuivre.* Le cuivre a toujours été reconnu très facilement, sans qu'il ait été nécessaire d'employer plus de 10^{gr} de roche.

» *Zinc.* Les résultats obtenus dans la recherche du zinc ont été exceptionnellement intéressants. Non seulement le zinc s'est montré partout, dans les 428 échantillons étudiés; mais, dans un grand nombre d'entre eux, et notamment dans ceux des hauteurs du Vigan, le zinc a pu souvent être reconnu avec la plus complète netteté, en partant seulement de 1^{gr} de roche. Ce résultat, rapproché du fait signalé par Dufresnoy (la grande abondance du minerai de zinc dans la région étudiée), est tout à fait à remarquer.

» La marche géologique à laquelle je me suis constamment astreint, dans cette longue étude, consiste à recueillir les échantillons étudiés dans les coupes traversant toute la série des terrains : le fait chimique de l'existence des métaux étudiés, particulièrement du zinc, dans toute l'épaisseur de cette série, conduit à la conclusion suivante :

» Si, par la pensée, en s'appuyant sur les nombres résultant de mes recherches, on fait sortir les substances métallifères *qui existent encore à l'heure actuelle* dans les terrains anciens du Plateau central et en particulier des Cévennes, qu'on les suppose réunies à la surface de ces terrains, elles

constitueront un gisement continu, aussi étendu que ces terrains, et bien plus riche que les gisements absolument accidentels et comparativement insignifiants qu'on connaît aujourd'hui dans cette grande région.

» Les dépôts métallifères du Plateau central et des Cévennes peuvent, dès lors, trouver leur origine dans l'action des eaux marines sur les roches primordiales. Ils sont, par suite, plus récents que les terrains qui les supportent et plus anciens que ceux qui les recouvrent, c'est-à-dire plus anciens que les terrains secondaires. Quant à savoir comment et pourquoi les substances métallifères extraites par les eaux se sont d'abord séparées malgré leur origine commune, puis isolées dans des gisements spéciaux, c'est une étude qui devra être faite pour chaque cas particulier; mais, quand on appliquera à ces grandes questions, ce que je vais commencer incessamment à faire, les lois de la Thermochimie, une foule de résultats isolés, inexplicables ou même contradictoires, viendront se rapprocher d'eux-mêmes, s'expliquer tout naturellement et se fortifier les uns par les autres, pour conduire tous à cette conclusion fondamentale, que les substances métallifères du Plateau central, et en particulier celles des Cévennes, sont des substances extraites des roches de la formation primordiale par les eaux marines. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les résultats recueillis par* M. Sokoloff, *concernant la formation des dunes.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Daubrée.

« La formation des dunes sablonneuses sous l'influence simultanée des vagues de mer et des courants atmosphériques sur les côtes de l'océan Atlantique et de la mer du Nord est déjà bien étudiée. Malgré son peu d'aptitude hygroscopique, le sable y reste toujours assez humide pour que la végétation puisse s'enraciner et solidifier le terrain, jusqu'à ce que l'avancement des dunes dans l'intérieur du pays cesse. Dans les pays qui se distinguent par un climat sec, il en est autrement. Le sol y est aussi tout à fait sec et la végétation nulle, de sorte que le sable peut être transporté à des distances considérables par les vents les plus faibles. De là l'énorme développement des dunes, au détriment de la culture et de toute espèce de végétation. M. Sokoloff a, tout récemment, entrepris l'étude des dunes qui se trouvent précisément dans ces premières conditions.

» Dans ce but il a fait, dans l'été de 1884, un voyage dans les steppes de la Russie méridionale, surtout au nord de la mer Caspienne, où la

sécheresse de l'air est extrême. Mais, pour avoir un point d'appui dans les études, il a d'abord établi, par les observations sur les côtes de la mer Baltique, que les grains du sable sec ne sont transportés qu'aux conditions suivantes :

Vitesse du vent, par seconde.	Diamètre des grains transportables.
De $4^m,5$ à $6^m,7$	$\frac{1}{4}$ mm
De 6,7 à 8,4	$\frac{1}{2}$
De 8,4 à 9,8	$\frac{3}{4}$
De 9,8 à 11,4	1
De 11,4 à 13	$1\frac{1}{2}$

» Si le courant d'air a moins de 4^m de vitesse, les grains de sable restent immobiles; mais, quand la force du vent augmente, toute une couche de sable commence à se transporter, et la dune change d'aspect. Lorsque le vent n'enlève que la poussière fixe, celle-ci glisse sur la surface du sol et s'arrête ordinairement dans les cavités qui se trouvent à l'abri du vent; mais, à mesure que la vitesse de l'air grandit, des grains de plus en plus volumineux et lourds commencent à se mouvoir. S'il n'y a pas de tourbillons, la masse se transporte dans la direction du vent, les plus petits grains en haut, les plus gros en bas; mais s'il se forme un tourbillon, ce qui arrive souvent dans les dunes composées de collines de 8^m à 10^m de hauteur, alors le spectacle change et le déplacement des couches de sable devient irrégulier. Dans ce cas, on remarquera, après le rétablissement du calme, la formation de nouvelles collines, à pente douce du côté exposé au vent et très abruptes du côté opposé.

» La formation de longs remparts, dans le genre de ceux que nous trouvons sur les bords de l'Atlantique, est impossible dans les steppes riveraines de la mer Caspienne, à cause des changements fréquents de la direction des vents, et pour la même raison nous voyons les côtes de cette mer découpées ou sillonnées par de nombreuses petites baies qui changent souvent leur configuration et leur place. De temps en temps ces baies se remplissent de sable, ce qui fait diminuer la surface de la mer. Cependant, comme les vents prédominants dans les steppes de la Russie méridionale sont ceux de l'est, la plus grande partie des sables mouvants se répandent du côté de l'Europe, qu'ils envahissent en ennemis très dangereux. A la fin du XVIIe siècle, Pierre le Grand construisit à Voronèje, à 500^{km} de la mer Caspienne, avec le bois des forêts environnantes, toute une flotte de navires qu'il amena, par le Voronèje et le Don, jusqu'à Azow. Or,

aujourd'hui les déserts nus et sablonneux atteignent les environs de la ville de Voronèje, et la rivière de ce nom a cessé d'être navigable. Du côté du Térek et de l'Oural on signale le même phénomène : les sables provenant des côtes de la mer Caspienne y gagnent du terrain. Pour juger de la rapidité de cet envahissement, je citerai un exemple, très instructif et bien établi. Depuis l'occupation de Samarkand par les Russes, en 1868, jusqu'à 1875, plus de 20000 Boukhariens ont dû quitter leur pays pour venir s'installer dans cette ville et dans ses environs, car leur sol natal avait été couvert des sables venant de l'ouest, c'est-à-dire du côté de la mer Caspienne.

» M. Sokoloff a consacré un Volume de 286 pages [1] à exposer les résultats de ses recherches et des comparaisons qu'il en avait faites avec les résultats des observations des savants français, allemands et autres. Il a aussi fait des études approfondies sur les dunes des steppes arrosées par le Dnieper, non loin de la mer Noire, où le climat est moins sec et où les amas de sable ont plus de stabilité.

» Il est remarquable que dans les déserts sablonneux il a trouvé presque partout, à des profondeurs suffisantes, une couche, contenant de l'eau, et favorisant la consolidation du sable. Tous les autres observateurs russes, Karéline, Mahchéeff, Lessar, Middendorf sont du même avis, et en effet, dans les déserts de l'Asie centrale, comme au Sahara, c'est dans les dunes sablonneuses qu'on trouve de l'eau, au fond de puits plus ou moins profonds, tandis que les steppes rocailleuses ou argileuses n'en contiennent pas du tout. »

M. L. Sandras demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 10 janvier dernier. Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note relative à l'action exercée sur les voies respiratoires, par des inhalations essentielles, pour modifier la netteté et même l'étendue de la voix.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. J.

---

[1] Cet Ouvrage, écrit en langue russe, a été déposé, pendant la séance, sur le bureau de l'Académie, par M. Daubrée.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 février 1885.

Préfecture du département de la Seine. Les eaux de Paris en 1884; par M. Couche. Paris, Chaix, 1884; in-4°. (Deux exemplaires.)

Revue d'Astronomie populaire, publiée par Camille Flammarion. Troisième année, 1884. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°.

Applications des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques; par M. J. Boussinesq. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Mémoire sur les compensateurs à tringles; par R.-L. Hainaut. Rouen, impr. E. Cagniard, 1884; in-8°.

Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale; par le R. P. Heude. VII[e] et VIII[e] fasc. Paris, F. Savy, 1881-1884; 2 livr. in-4°. (Présenté par M. A.-Milne Edwards.)

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Matematich-naturwissenschaftliche Classe; XLVIII Band. Wien, 1884; in-8°.

Filippo Parlatore. *Flora italiana, continuata da* T. Caruel; vol. VI : *Corolliflore.* Firenze, Le Monnier, 1884; in-8°.

Fragmente zur Geschichte der Rumänen; von L.-F. von Kurmuzaki; III Band. Bucuresci, Socecu et Teclu, 1884; in-8°.

Les dunes. Leur formation, leur développement et leur structure; par N. Sokoloff. Saint-Pétersbourg, 1884; in-8°. (En langue russe.) (Présenté par M. Daubrée.)

Memoir upon the formation of a deaf variety of the human race; by Al. Graham Bell. Sans lieu ni date; in-4° relié.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 23 FÉVRIER 1885,
PRÉSIDÉE PAR M. ROLLAND.

M. **Rolland**, Président de l'Académie pour 1884, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» En ouvrant cette séance, où vont être proclamés les noms de nos lauréats, je dois avant tout accomplir un pieux devoir en consacrant mes premières paroles à la mémoire des Confrères dont la perte récente a laissé parmi nous des souvenirs encore si vivants.

» L'année 1884 s'est montrée particulièrement rigoureuse pour l'Académie des Sciences, et le jour où est mort son illustre Secrétaire perpétuel, J.-B. Dumas, restera inscrit dans ses Annales comme un jour de deuil exceptionnel. Vous vous rappelez, Messieurs, l'émotion générale causée par cette mort; vous vous rappelez aussi les nombreux témoignages d'admiration et de regrets dont elle a amené la manifestation; nulle part cependant ce douloureux événement n'a eu un retentissement aussi profond que dans le cœur de ses Confrères. A deux reprises déjà, et notamment le 25 octobre dernier, dans la séance annuelle des cinq Académies, je me suis fait l'interprète de leurs sentiments.

» Le jour de cette solennité serait mal choisi pour insister sur les pensées douloureuses éveillées en nous par la mort de nos Confrères. Le meil-

leur moyen de montrer combien nos regrets sont légitimes n'est-il pas, en effet, de rappeler les événements de leur vie et l'importance des services rendus par eux à la Science? Le temps malheureusement me ferait ici défaut pour le faire avec des détails suffisants : l'exposé de la vie de Dumas et des glorieux travaux qui ont illustré son nom comporterait à lui seul des développements trop étendus pour trouver place dans ce discours. Je dois donc me borner à indiquer en quelques lignes les phases successives de cette existence si grande et si belle.

» Dumas naquit à Alais, le 14 juillet 1800, d'une famille peu fortunée, et reçut dans le collège de cette ville les premiers éléments d'une bonne éducation classique. Il se destinait à la marine, mais les troubles politiques et religieux de 1815 le décidèrent à y renoncer; sa famille, tenant compte de son esprit observateur et de son goût prononcé pour les Sciences naturelles, le plaça comme élève dans une pharmacie de la localité. Son esprit vif et désireux d'apprendre ne pouvait se contenter longtemps des ressources restreintes de cet humble laboratoire, et il obtint bientôt de ses parents l'autorisation de se rendre à Genève, centre scientifique important où vivaient alors d'éminents professeurs : MM. Pictet, de la Rive, de Saussure et de Candolle. Dumas entra comme chef de laboratoire dans la pharmacie Le Royer; plein d'ardeur et de vivacité, il ne tarda pas à acquérir l'estime et l'affection des savants dont il suivait les cours. Dans ce milieu sympathique il montra bientôt ce que l'on pouvait attendre de lui, en menant de front les études les plus variées et ne reculant devant aucun effort pour en vaincre les difficultés. De ce temps datent ses premiers Mémoires, et notamment ceux, fort remarqués, relatifs à diverses questions de Physiologie, faits en collaboration avec le savant docteur J.-L. Prévost, et signés du nom de Dumas, élève en pharmacie.

» J'ai tenu à rappeler, avec quelques détails, ce point de départ modeste de la vie de l'homme qui devait bientôt s'élever au premier rang des savants du XIXe siècle.

» Encouragé par ses premiers succès et voulant se rapprocher des grands savants qui brillaient dans la capitale de la France, il quitta Genève en 1822, et alors commença la période la plus active de sa vie scientifique. Il reçut, à Paris, des savants les plus illustres un encourageant accueil qui accrut encore son incroyable ardeur au travail. A partir de cette époque il se consacra définitivement à l'étude de la Chimie : ses découvertes lui ouvrirent à trente-deux ans les portes de l'Académie des Sciences.

» Parmi ses nombreux travaux je mentionnerai seulement un Mémoire

sur quelques points de la théorie atomique publié en 1826, et un autre sur la théorie des substitutions daté de 1834; ce dernier est l'un de ses principaux titres de gloire.

» Ces deux Mémoires, par lesquels les théories admises alors étaient profondément ébranlées et remplacées par celles qui ont servi de base à la Chimie moderne, suscitèrent à Dumas de puissants antagonistes dans la personne de deux des plus grands chimistes du siècle : Berzelius et Liebig; mais, à la suite d'une lutte célèbre par sa longueur et sa vivacité, le génie et la persévérance du savant français obtinrent un triomphe complet sur ses illustres adversaires.

» Dumas était aussi un professeur sans égal. Par la clarté de sa parole, par la finesse et la profondeur de ses aperçus il savait éveiller l'attention, exciter l'enthousiasme de ses auditeurs. Après avoir professé d'abord à l'Athénée et à l'École Centrale, dont il était le plus actif des fondateurs, il remplaça successivement Gay-Lussac dans la chaire de la Faculté des Sciences et Thenard dans celle de l'École Polytechnique. Il professa enfin à la Faculté de Médecine et au Collège de France, où il fit ses admirables leçons de Philosophie chimique.

» Partout on a conservé le souvenir de l'ardeur avec laquelle ses auditeurs se disputaient les places dans son amphithéâtre.

» En 1848 s'ouvre la troisième période de la vie de Dumas. A ce moment sa gloire était déjà immense. Il était membre de toutes les Académies étrangères, de toutes les sociétés scientifiques et décoré de tous les ordres honorifiques. Admiré et respecté de tous, il pouvait jouir en paix de la position conquise; mais il n'était pas homme à se reposer tant qu'il pouvait rendre de nouveaux services. Bientôt son concours fut sollicité de toutes parts.

» Élu député en 1848, il fut nommé peu après Ministre de l'Agriculture et du Commerce, puis Sénateur, puis Président du Conseil municipal de Paris. Dans ces positions diverses, il fit de nombreux rapports et prononça d'importants discours, où il montra sa compétence universelle en traitant les questions les plus variées, touchant soit à l'économie politique et sociale, soit à l'administration proprement dite.

» Mais je ne saurais insister davantage sur les œuvres nombreuses dues à cette puissante organisation qui savait se montrer à la hauteur de toutes les tâches.

» En 1868, Dumas fut élu Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; on sait avec quel succès il remplit ces fonctions difficiles. Personne, en

effet, ne réunissait à un plus haut degré les conditions nécessaires pour les exercer avec autorité : une incontestable supériorité scientifique ; une parole éloquente, pleine de clarté, de finesse et de bienveillance ; un tact infini et une expérience consommée pour la solution des questions les plus délicates ; enfin un dévouement sans bornes dans l'accomplissement de ses fonctions.

» Ces qualités bien connues l'avaient appelé depuis longtemps à présider nos sociétés les plus importantes et les grandes commissions où devaient se débattre des questions difficiles, notamment celle de l'unification du mètre et des monnaies, dont le caractère international rendait surtout nécessaires l'esprit conciliant et la haute autorité qui, dans le monde entier, s'attachait au nom de notre Confrère.

» En 1875, Dumas fut élu membre de l'Académie française en remplacement de Guizot. Cette élection, qui ajoutait une couronne nouvelle à toutes celles dont il était déjà surchargé, était la juste consécration du grand mérite littéraire dont il avait donné tant de preuves dans ses discours, dans ses nombreux écrits, et dans ses célèbres éloges historiques où il a su faire revivre, avec tant de cœur, la figure et les qualités personnelles de plusieurs des grands savants qui ont illustré notre Académie.

» Malgré son âge et sa vie de travail incessant, Dumas a eu le rare privilège de conserver jusqu'à sa dernière heure toute la force, toute l'activité de sa vaste intelligence. Comme un sage, il a vu venir la mort avec sérénité ; il s'est éteint doucement dans les bras de sa femme et de ses enfants qu'il aimait tendrement, avec la conscience d'avoir consacré tous les instants de sa longue vie au service de son pays et à la glorification de la Science française.

» Mais, Messieurs, ces lignes, si insuffisantes pour rappeler tous les titres de Dumas, se sont trop allongées déjà pour l'espace restreint dont je dispose ici ; je m'arrête donc avec le regret de n'avoir pu rendre une justice suffisante à l'homme à qui j'avais depuis longtemps voué une affection respectueuse. Je m'en console en pensant que notre savant Confrère Joseph Bertrand, depuis longtemps collaborateur de Dumas au secrétariat perpétuel, vient d'être appelé, par un vote presque unanime, à lui succéder à l'Académie française, où il prononcera bientôt un éloge plus éloquent et plus digne de son illustre prédécesseur.

» Je dois encore vous parler de trois autres Confrères, MM. du Moncel, Wurtz et Thenard qui, comme Dumas, ont été enlevés à l'Académie en 1884.

» Le comte Théodose du Moncel était originaire de Normandie. Né en 1821, il avait montré, dans sa jeunesse, du goût pour les arts et l'archéologie.

» Il fit, en 1843, un voyage en Orient et en publia la relation dans un Ouvrage dont il avait lui-même lithographié les planches. En 1851, s'ouvrit réellement sa carrière scientifique. Il s'occupa dès lors avec ardeur des applications de l'électricité, de celles surtout qui ont pour but la transmission de la pensée ou de la parole. Nommé ingénieur conseil de l'administration des télégraphes, il a publié sur des sujets techniques de nombreux Mémoires et des Ouvrages importants. L'Académie conservera longtemps le souvenir de la chaleur extrême avec laquelle il se faisait, dans ses séances, le promoteur des inventions nouvelles ayant pour but le perfectionnement du télégraphe, du téléphone, du phonographe et des autres appareils de la même famille.

» Adolphe Wurtz naquit à Strasbourg le 26 novembre 1817. Son père, pasteur luthérien, le destinait d'abord à l'état ecclésiastique; mais bientôt Wurtz, entraîné par ses aspirations scientifiques, étudia la médecine et fut reçu, en 1843, docteur de la Faculté de Strasbourg. Il s'adonna dès lors exclusivement à la Chimie, se rendit à Giessen pour y suivre les leçons de Liebig, puis à Paris où il fut admis au laboratoire de Dumas, dont il devint le préparateur et bientôt le suppléant dans son cours de la Faculté de Médecine.

» C'est à cette époque que remonte sa célèbre découverte des ammoniaques composées, l'un de ses plus beaux titres de gloire, auquel il ajouta bientôt sa découverte non moins célèbre de glycols.

» Je ne saurais apprécier ici la grande valeur des travaux de Wurtz, je dois laisser ce soin à des chimistes compétents, comme nos savants Confrères, MM. Berthelot et Friedel, qui vous ont dit déjà l'immense influence de ces travaux sur le développement des doctrines de la nouvelle théorie atomique.

» Wurtz n'était pas seulement un savant hors ligne, il était aussi un admirable professeur. Il succéda en 1853 à Dumas, dans sa chaire de la Faculté de Médecine, et devint en 1866 doyen de cette Faculté, où il fonda une puissante école de Chimie dont il est resté le chef incontesté.

» Il fut nommé, en 1875, professeur de Chimie organique à la Faculté des Sciences; dans cette chaire, comme dans celle de la Faculté de Médecine, sa nature ardente et la chaleur de ses convictions, qu'il savait exposer

avec une éloquence communicative, avaient groupé autour de lui de nombreux disciples, au milieu desquels il se plaisait à travailler; toujours accessible dans son laboratoire, il répondait à leurs questions, leur donnait de précieux conseils et les aidait de tout son pouvoir vers le but poursuivi; il était, en un mot, pour eux un père et un ami.

» La santé de Wurtz semblait excellente, et tout faisait espérer qu'il était appelé à rendre longtemps encore de grands services à la Science. Sa mort si prompte fut un véritable coup de foudre pour sa famille, pour ses Confrères et pour les nombreux amis qu'il devait à son caractère généreux et sympathique.

» Nous l'avions vu jusqu'au bout assister à nos séances sans que rien indiquât chez lui la souffrance, ou même l'amoindrissement de sa puissante énergie. Un mois à peine avant sa mort, il prononçait encore un éloquent discours où il rendait un hommage éclatant et plein de cœur à son maître Dumas, qu'il allait suivre de si près dans la tombe. Qui pouvait croire alors que c'était là le chant du cygne et que la Providence devait nous enlever presque simultanément les deux grands chimistes, dont les travaux ont si puissamment contribué à la gloire de la Science française?

» Le baron Paul Thenard, né à Paris le 6 octobre 1819, était le digne fils de l'un des plus illustres chimistes du siècle. Nommé préparateur du cours de Chimie professé par Pelouze au Collège de France, il devint bientôt un expérimentateur habile et se livra à de longues recherches sur les hydrures de phosphore et sur les bases organiques phosphorées, travaux dont les résultats remarquables appelèrent sur lui l'attention des chimistes; pour mener à bonne fin ces recherches difficiles et dangereuses, il avait dû en effet faire preuve à la fois d'une grande sagacité et d'une courageuse ténacité.

» Ce brillant début fut suivi de nombreux travaux de Chimie pure ou appliquée à l'agriculture, parmi lesquels on doit citer ses études sur les réactions qui se produisent dans le sol arable et sur les corps bruns formés dans le fumier par la décomposition des végétaux en présence de l'ammoniaque.

» Héritier d'une grande fortune, P. Thenard avait installé dans sa maison de Paris un laboratoire où il aimait à travailler avec son fils Arnould. De cette collaboration sont résultées des découvertes intéressantes sur l'action de l'effluve électrique pour produire synthétiquement des corps organiques artificiels.

» Profondément dévoué à l'Académie, notre Confrère suivait assidûment ses travaux, dont la maladie seul avait pu l'éloigner dans ces dernières années. Son caractère plein de bonhomie et son excellent cœur, toujours prêt à venir en aide à l'infortune, étaient bien connus parmi nous.

» L'hommage rendu à nos morts a pris cette année des développements inusités; mais vous me pardonnerez, Messieurs, de lui avoir consacré une notable partie du temps dont je pouvais disposer.

» Il me reste à vous entretenir des questions et des événements principaux qui ont appelé votre attention depuis un an.

» L'activité scientifique n'a pas été moins grande en 1884 que dans les années précédentes, ce dont témoignent les nombreux Mémoires soumis à l'Académie et les Communications de toutes sortes reçues par elle. Pour se faire une idée du nombre et de la variété de ces Communications, il suffit de parcourir les comptes rendus de nos séances. On constate en effet que les volumes relatifs à une seule année contiennent environ trois mille pages in-4°; or, pour ne pas dépasser cette limite, l'Académie a dû prendre depuis longtemps les mesures les plus sévères, en n'admettant dans ce Recueil que des extraits dont elle a jugé l'intérêt suffisant et en réduisant à trois pages, au plus, l'étendue de chacun d'eux.

» Ces faits révèlent un mouvement scientifique d'une extrême activité; ils montrent combien est grande l'ardeur des savants français et celle des travailleurs qui marchent sur leurs traces. Ils montrent aussi l'impossibilité ou je me trouve d'appeler votre attention sur la plupart des travaux qui se sont succédé devant nous.

» Parmi ces travaux, cependant, il en est qui sont dignes d'un intérêt particulier; tels sont les nombreux Mémoires soumis aux concours pour les prix décernés cette année par l'Académie. A mon grand regret, le défaut de temps ne me permet pas de parler ici des sujets si variés qui y sont traités. C'est donc dans les Rapports imprimés des Commissions spéciales chargées de juger le concours que nos lauréats trouveront leur juste récompense.

» Forcé de me restreindre et désireux de ne pas vous fatiguer inutilement, je terminerai en vous disant quelques mots sur plusieurs questions qui, dans ces derniers temps, ont éveillé l'attention générale.

» Des expériences aéronautiques d'un grand intérêt ont été faites en 1884, d'un côté par les frères Tissandier, qui ont déjà donné tant de preuves de

leur dévouement à la Science et au pays, et de l'autre, par deux savants officiers, les capitaines Renard et Krebs, de l'atelier militaire de Meudon.

» Les unes et les autres ont été effectuées avec des ballons de forme allongée, munis d'un gouvernail et d'une hélice animée par un moteur électrique. Les résultats ont été des plus satisfaisants, particulièrement ceux obtenus par MM. Renard et Krebs, qui, le 9 août, par un temps calme, sont parvenus à ramener leur ballon à son point de départ, le parc de Chalais, après lui avoir fait décrire, en vingt-trois minutes, une trajectoire de 7600^{m} de développement, mesurée en projection sur le sol.

» La date du 9 août 1884 marquera dans les annales de la navigation aérienne, car c'est la première fois qu'on a vu un aérostat manœuvrer dans son élément aussi aisément qu'une embarcation peut le faire sur un lac.

» Le calme de l'atmosphère a, sans doute, contribué au succès de cette belle expérience, qui a, d'ailleurs, été renouvelée deux mois plus tard ; mais on sait que la source d'électricité et la machine dont disposent les officiers de Meudon fournissent, dès à présent, une force capable d'imprimer à leur ballon une vitesse de 19^{km} à 20^{km} et peut-être bientôt de 25^{km} à l'heure. Il y a donc lieu d'espérer que des expériences ultérieures réussiront encore, quand bien même elles seraient entreprises dans des circonstances atmosphériques moins favorables.

» MM. Tissandier frères, de leur côté, ont démontré, une fois de plus, après leur maître et ami M. Henri Giffard et après notre illustre et regretté Confrère Dupuy de Lôme, dont l'expérience du 2 février 1872 était si nette et si concluante, la possibilité de dévier un aérostat du lit du vent, à l'aide d'une hélice et d'un gouvernail. Les deux habiles opérateurs sont même parvenus à obtenir le stationnement de leur ballon au-dessus de Paris, d'où l'on peut inférer qu'avec une puissance tant soit peu supérieure à celle qu'ils avaient pu se procurer, ou dans une atmosphère plus calme, ils eussent atteint le but dont, il faut le reconnaître, ils ont beaucoup approché.

» L'Académie a enregistré ces nouvelles tentatives avec d'autant plus de satisfaction qu'elle n'a jamais cessé de s'associer aux progrès d'un art né en France, et qui y a rendu de grands services dans les circonstances les plus difficiles.

» Il n'est pas hors de propos de rappeler, à ce sujet, que, dès l'année même de la découverte des Montgolfier et aussitôt après les heureuses innovations de Charles, l'Académie faisait entreprendre des recherches pour le perfectionnement des machines aérostatiques par un autre de ses membres,

l'illustre Meusnier, mort si glorieusement en défendant Mayence contre les Prussiens.

» Il ne serait pas possible, dans ce rapide exposé, de donner une idée complète des travaux de Meusnier, poursuivis à Cherbourg pendant plus de huit ans, recueillis par Monge et déposés à l'École d'application de l'artillerie et du génie. Ce que l'on peut en dire ici, c'est qu'ils contenaient les principes essentiels de la navigation aérienne qui ont été retrouvés et formulés magistralement par l'illustre ingénieur dont la France déplore aujourd'hui la perte, notre savant Confrère Dupuy de Lôme, qui, ainsi que les ingénieurs de sa génération, ignorait la grande part prise par Meusnier à la solution du problème posé, dès 1783, et que les événements de 1870 ont remis à l'ordre du jour.

» Notre infatigable Confrère, M. Janssen, dont mon prédécesseur, M. Blanchard, vous rappelait, il y a un an, la longue et fructueuse expédition dans un îlot du Pacifique, s'est rendu au Congrès, qui, au mois d'octobre dernier, s'est réuni à Washington pour formuler une résolution sur la question du méridien et de l'heure universelle; nous nous trouvions là en présence d'une résolution déjà arrêtée et ne pouvions avoir l'espoir de faire adopter nos vues.

» Le représentant de la France a vaillamment défendu la cause des intérêts généraux; il a insisté sur la nécessité de se laisser guider, dans cette grave question, exclusivement par des considérations géographiques; il a indiqué le principe d'un méridien neutre comme représentant la véritable solution scientifique. La majorité du Congrès a adopté le méridien de Greenwich; néanmoins rien ne s'oppose à ce que nous conservions notre méridien, et nous avons obtenu deux résultats flatteurs pour la Science française : l'Angleterre entre dans la Convention du Mètre, et le Congrès a émis le vœu que les applications du système décimal à la division du cercle et du temps soient reprises et poursuivies : le Gouvernement vient de nommer une grande Commission chargée de l'étude de cette importante question.

» Une épidémie de choléra a sévi cette année dans nos départements du Midi et dans la capitale. Comme toujours elle a provoqué dans la population de très vives inquiétudes.

» Heureusement elle a été moins grave que certaines épidémies anté-

rieures, et des mesures rapidement organisées ont pu en empêcher le développement.

» L'explosion du choléra a suscité de toutes parts des Communications dont l'Académie s'est empressée de soumettre l'examen à sa Section de Médecine, mais cet examen a montré que ces Communications, qui se comptaient par centaines, ne révélaient aucun fait nouveau méritant d'être noté.

» Des efforts, d'une nature beaucoup plus sérieuse, ont été faits par divers membres de notre savant corps médical pour combattre la terrible maladie et pour en étudier le caractère et les causes encore mal connus; mais ces efforts, bien qu'ayant produit des observations intéressantes, n'ont pas été couronnés d'un véritable succès.

» On a constaté, il est vrai, qu'il existe dans les déjections des cholériques un organisme ou microbe de nature particulière, le bacille en virgule, déjà signalé et étudié par M. Koch; mais rien n'a prouvé encore qu'il soit la véritable cause efficiente du choléra. De nouvelles recherches sont nécessaires pour élucider ce point. C'est seulement quand il sera prouvé que le microbe en virgule, ou tout autre organisme analogue, est bien la cause génératrice du mal, qu'il sera possible d'en prévenir les ravages par des cultures et des vaccinations semblables à celles au moyen desquelles notre illustre Confrère, M. Pasteur, est parvenu déjà à mettre les troupeaux à l'abri de la terrible maladie du charbon.

» On doit espérer, en effet, que les méthodes dont il a montré l'efficacité par de si remarquables exemples pourront être employées encore contre quelques-uns des fléaux qui désolent l'humanité. Des expériences pleines d'intérêt viennent d'être faites déjà au Brésil pour préserver les populations de la fièvre jaune, dont on connaît les affreux ravages dans les régions intertropicales.

» M. Pasteur, on le sait, n'a pas craint de s'attaquer, dans ces derniers temps, à un mal dont le nom seul fait frémir les plus courageux; l'année qui vient de finir a été marquée encore par une de ces grandes découvertes qui lui donnent de nouveaux titres à la reconnaissance de l'humanité.

» Grâce à ses travaux, on connaît aujourd'hui la nature exacte de la rage, le siège de la terrible maladie, une méthode certaine pour rendre les chiens réfractaires à l'effet des morsures virulentes, et pour anéantir ainsi la cause unique de ce fléau redoutable. Sur ce point, les résultats ont été contrôlés et confirmés par les expériences d'une Commission officielle,

dont faisaient partie plusieurs de nos savants Confrères; la question de la préservation de la rage est résolue en principe aussi complètement que celle de la préservation du charbon des animaux, du rouget du porc, du choléra des oiseaux de basse-cour.

» L'année qui commence nous réserve peut-être un résultat plus précieux encore : celui de donner les moyens d'annuler les effets d'une morsure récente par une inoculation faite assez promptement pour que le virus n'ait pas eu le temps de produire ses conséquences ordinaires.

» Je me hâte de dire que M. Pasteur ne considère pas le fait comme définitivement acquis : il le juge simplement probable; mais la réserve habituelle de notre savant Confrère nous porte à croire qu'il y a là plus qu'une espérance.

» Les applications de l'électricité se multiplient de plus en plus, et l'on ne voit pas de limites aux merveilleux résultats que l'on en peut espérer, à mesure que l'expérience et la théorie en auront plus complètement élucidé les phénomènes.

» Dans les Traités de Physique de la première moitié du siècle, l'électricité, la chaleur et la lumière étaient désignées sous le nom de *fluides impondérables*; mais la conception de tels fluides était une pure fiction, tout à fait inadmissible.

» Depuis longtemps déjà l'emploi des machines à vapeur avait montré qu'avec une certaine quantité de chaleur on pouvait produire une quantité correspondante de travail mécanique; mais rien ne disait cependant quel rapport pouvait exister entre ces deux quantités. C'est seulement depuis la découverte de Sadi Carnot et les travaux ultérieurs de Mayer et de Joule que l'on a pu préciser les idées sur la nature mécanique de la chaleur et considérer celle-ci, non plus comme un fluide impondérable, mais comme de la force vive inhérente à certains mouvements moléculaires.

» Cette façon nouvelle de définir la chaleur pouvait s'appliquer aussi à l'électricité et à la lumière. Bientôt les faits vinrent à l'appui de cette manière de voir; ils montrèrent, en effet, que l'on peut réaliser les transformations suivantes : changer la chaleur en force vive à l'aide d'un moteur à feu; changer cette force vive en électricité, à l'aide d'une machine dynamo-électrique; changer enfin cette électricité en lumière, à l'aide d'appareils appropriés, comme les lampes à arc ou à incandescence.

» De tous ces faits, on conclut finalement que la chaleur, l'électricité et la lumière sont des manifestations ou aspects divers d'une seule et même chose : la force vive, qui, véritable Protée, peut prendre successivement l'un ou l'autre de ces aspects. Quant aux lois qui président à ces transformations, elles sont encore mystérieuses, mais on peut espérer que la Science parviendra un jour à écarter les voiles dont elles sont aujourd'hui enveloppées.

» En attendant, l'industrie s'est emparée des faits constatés par l'expérience; l'éclairage électrique a reçu de nombreuses applications et ne tarderait pas à se substituer tout à fait à celui du gaz, si ce dernier n'était pas en général plus économique. Pour vaincre ce dernier obstacle, il serait nécessaire d'abaisser le prix de revient de l'électricité; on a pu parfois atteindre ce résultat en se servant de la puissance motrice des chutes d'eau, si souvent inutilisées dans les pays de montagnes. Dans de telles conditions, le moteur était, il est vrai, généralement fort éloigné du lieu qu'on voulait éclairer; mais, en raison de la propriété de l'électricité de se transmettre, sans perte importante, à de grandes distances, on pouvait l'envoyer, à l'aide d'un conducteur métallique, jusqu'aux lampes où elle se change en lumière. De nombreuses installations de ce genre ont été déjà réalisées avec succès.

» On songea bientôt à utiliser cette facilité de transport de l'électricité pour envoyer à distance la force vive des moteurs. Il suffisait pour cela de transformer d'abord cette force vive en électricité, de porter celle-ci par un conducteur jusqu'au lieu désiré, puis de la changer en force vive par une transformation inverse de la première.

» L'Académie a suivi avec intérêt les expériences faites à plusieurs reprises dans cet ordre d'idées, notamment celle de Munich à Miesbach en 1882, celle des ateliers de la gare du chemin de fer du Nord au Bourget et celle de Grenoble à Vizille en 1883, celle enfin de Turin à Lanzo, faite seulement en 1884.

» Il se prépare, en ce moment, sous l'habile direction de M. Marcel Deprez, un essai conçu dans de plus vastes proportions. Il ne s'agit de rien moins, en effet, que de transmettre la force vive d'un moteur produisant le travail de 100 chevaux vapeur à la distance de 51^{km}, qui sépare Paris de Creil. Le savant expérimentateur ne tardera pas, il faut l'espérer, à surmonter les nombreuses difficultés d'une telle entreprise, en jetant un jour nouveau sur quelques points de la théorie de l'électricité et de ses applications.

» Mais il est temps, Messieurs, de terminer ce discours déjà bien long et de donner satisfaction à l'impatience de nos lauréats en proclamant les prix mérités par leurs travaux. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1884.

GÉOMÉTRIE.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bouquet, Darboux ;
Jordan, rapporteur.)

« L'Académie avait proposé comme sujet de concours pour le prix Bordin en 1884 la question suivante :

Étude générale du problème des déblais et remblais de Monge.

» Cinq Mémoires ont été transmis au Secrétariat. Presque tous sont des œuvres intéressantes et révèlent un talent distingué; dans aucun d'eux, toutefois, la question proposée n'a été traitée d'une manière assez complète pour qu'il y ait lieu de décerner dès à présent le prix. En effet, tandis que les uns effleurent à peine la question du remblai des volumes, qui constitue la partie la plus difficile et la plus intéressante de cette théorie, d'autres ne renferment que des formules analytiques, sans aucune interprétation géométrique des résultats obtenus. Il s'est enfin glissé dans quelques-uns d'entre eux des inexactitudes assez graves.

» En présence de cette situation, la Commission propose de proroger

le concours d'une année, en fixant au 15 novembre 1885 la date extrême à laquelle les Mémoires devront avoir été transmis à l'Académie.

» Les résultats déjà obtenus donnent à la Commission l'espoir fondé de se trouver à cette époque en présence de travaux qu'elle puisse louer sans restriction. »

Voir aux Prix proposés, page 551.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Hermite, O. Bonnet, Darboux; Bertrand, rapporteur).

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Francœur de l'année 1884 à M. **Émile Barbier**.

Cette proposition est adoptée.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Pâris, Bouquet de la Grye; Jurien de la Gravière et de Jonquières, rapporteurs).

M. Charles Dupin, dans son court passage au Ministère de la marine, avait institué un prix destiné à favoriser les progrès de la marine à vapeur. L'Académie ayant exprimé le vœu de voir étendre cette récompense à toutes les branches de l'art naval, un crédit de six mille francs, inscrit au budget de la marine, a été, depuis l'année 1878, et en vertu d'un décret du 21 décembre 1876, rendu sur la proposition de M. l'amiral Fourichon, mis régulièrement chaque année à la disposition de l'Académie des Sciences

« pour récompenser tout travail ayant contribué, dans une certaine mesure, à augmenter l'efficacité de nos forces navales ». Cette libéralité ne sera pas perdue : elle ne peut manquer d'inspirer une très vive impulsion aux études qui ont la marine pour objet; on la voit déjà provoquer les plus sérieuses recherches dans un corps auquel ses conditions mêmes d'existence assurent parfois de longues périodes de recueillement. La Physique et la Mécanique tiennent aujourd'hui une si grande place dans le jeu des puissants appareils dont nous disposons, qu'il n'est plus permis à nos officiers de se contenter d'une instruction purement expérimentale : il leur faut de toute nécessité aborder les plus hauts problèmes des Sciences mathématiques.

La Commission dont la présidence était dévolue par le vote de l'Académie à notre illustre confrère, M. Dupuy de Lôme, qu'une cruelle maladie a malheureusement tenu éloigné de nos délibérations, a pensé qu'il y avait lieu, cette année, comme les années précédentes, de partager entre plusieurs candidats le prix qu'elle était chargée de décerner. S'inspirant des principes qui ont guidé les Commissions antérieures, elle a voulu tenir compte à la fois des progrès qui intéressent particulièrement la navigation et de ceux qui peuvent profiter à l'art de combattre. Elle propose en conséquence à l'Académie :

1° De décerner un prix de *trois mille francs* à la **Mission hydrographique de Tunisie**, dans la personne de M. **Manen**, chef de la mission, et dans celle de M. **Hanusse**, qui a été le collaborateur le plus actif, on pourrait presque dire le lieutenant de M. Manen. Ce prix serait ainsi réparti : *deux mille francs* à M. **Manen**, *mille francs* à M. **Hanusse**.

2° D'accorder un prix égal à M. **Baills**, lieutenant de vaisseau, pour ses remarquables études sur l'artillerie.

Rapport sur la mission hydrographique de Tunisie ;
par M. l'amiral **Jurien de la Gravière**.

Le littoral de la régence de Tunis présente un développement de 750 milles marins environ. C'est, à peu de chose près, l'étendue de la côte de France sur l'Atlantique et sur la Manche, mesurée du Havre à la frontière espagnole. Ce chiffre seul indique l'importance du travail que nous vous proposons de récompenser. On connaît l'exactitude scrupuleuse de cette admirable hydrographie de précision fondée par M. Beautems-Beaupré : ses méthodes ont fait école en Europe et la marine française s'est imposé

le devoir d'en perpétuer religieusement les traditions. Le travail en cours de rédaction et de publication présente dès aujourd'hui 53 feuilles du format grand-aigle. La côte a été levée et construite au $\frac{25}{1000}$, les plans particuliers sont au $\frac{15}{1000}$. Certains plans de détail offrent surtout un intérêt historique : ils manquaient aux investigations aussi ingénieuses que patientes de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Ces plans spéciaux ont paru justifier, sinon exiger l'emploi d'une échelle deux fois plus grande que l'échelle des autres plans particuliers.

Le terrain sur lequel allait opérer la mission n'était pas un terrain complètement inconnu ; d'excellents observateurs y avaient devancé M. Manen et M. Hanusse. Quel parti pourrait-on tirer de leurs travaux? En 1834, M. Falbe, capitaine de vaisseau de la marine danoise exécutait, avec les moyens les plus imparfaits et dans les conditions les plus désavantageuses, une reconnaissance sommaire des environs de Tunis. Les résultats de cette exploration furent, quelques années plus tard, discutés, coordonnés et utilisés, à l'aide de laborieux calculs, par M. le colonel Coraboeuf. Le colonel parvint à en conclure, et cette œuvre lui fait le plus grand honneur, la position approximative de tous les points remarquables de cette partie de la Régence. A ce premier canevas divers officiers d'état-major, M. Pricot de Sainte-Marie notamment, ajoutèrent les données obtenues par des reconnaissances partielles; M. Manen a consulté ces travaux conservés aux archives du Dépôt de la guerre; il a pris également connaissance de la triangulation exécutée en 1881 par M. le capitaine d'état-major Desforges, pendant la marche des colonnes qui parcoururent, à cette époque, le pays des Kroumirs, triangulation appuyée sur le grand réseau géodésique de l'Algérie.

Quel que pût être le mérite de ces premières explorations, ce n'était point cependant sur une semblable base qu'on pouvait faire reposer l'ensemble d'un levé de précision. Il existait heureusement un grand triangle géodésique déduit, vers 1876, du réseau de la Sicile, par les officiers de l'état-major italien. En 1878, notre éminent confrère, M. le colonel Perrier, en avait vérifié les azimuts, déterminant en même temps, de la façon la plus rigoureuse, la position géographique d'un des sommets du triangle. Ce sommet est le phare de Bou-Saïd, plus communément connu sous le nom de *cap Carthage*. M. Manen n'hésita pas à prendre pour base de sa triangulation le côté compris entre le phare de Bou-Saïd et le signal du cap Bon.

De cette façon, par l'Algérie et l'Espagne d'un côté, par la Sicile et l'I-

talie de l'autre, le réseau tunisien est aujourd'hui relié à la triangulation des côtes de France.

Nous ne nous étendrons ni sur les difficultés, ni sur les fatigues, ni sur les risques personnels de l'expédition. Les ingénieurs hydrographes et les officiers de marine qui les ont secondés sont familiers avec ces épreuves : ils les surmontent et ne s'en souviennent plus. Il nous faut bien rappeler néanmoins que l'accès de la côte tunisienne devient en quelques heures impossible, lorsque le moindre vent s'élève du large. Le travail de triangulation et le travail topographique n'ont donc pu être exécutés que par des détachements débarqués et stationnant à terre. Sans le concours empressé du corps d'occupation, on ne sait trop comment la mission eût assuré la sécurité de ses observateurs, comment elle eût pourvu au transport de leurs vivres et de leurs instruments, à la construction de leurs signaux. Sans doute, la période difficile de l'occupation touchait à son terme, le pays était à peu près pacifié, surtout au Nord et à l'Est; on ne rencontrait de dissidents que dans la région du Sud, au voisinage du désert ou de la frontière tripolitaine : une grande fermeté et un certain déploiement de force n'en furent pas moins, en plus d'une occasion, nécessaires.

En résumé, l'exploration de la côte de Tunisie constitue un très grand service rendu à la navigation; nos flottes désormais s'approcheront de ce littoral sans crainte; nos savants ingénieurs des Ponts et Chaussées l'étudieront dans l'espoir d'y créer de nouveaux abris; car tel est l'immense avantage de l'hydrographie de précision et des levés faits à une grande échelle : l'ingénieur, aussi bien que le marin, en peut tirer parti.

Trois campagnes ont déjà été consacrées à cette exploration qui, pour être complète, en exigera deux encore. Les successeurs de M. Manen trouveront un encouragement dans la récompense décernée au premier chef de l'expédition et à son remarquable collaborateur, M. Hanusse.

La Commission décerne en conséquence à la Mission hydrographique de Tunisie la moitié du prix de *six mille francs* inscrit au budget de 1884, c'est-à-dire *deux mille francs* à M. **Manen** et *mille francs* à M. **Hanusse.**

Rapport sur le « Traité de Balistique rationnelle » de M. Baills; *par* M. l'Amiral de Jonquières.

Tout est renouvelé dans l'artillerie, si on la compare à ce qu'elle était il y a une trentaine d'années : métal, figure, calibre, dimensions, des armes portatives, des bouches à feu, des projectiles; affûts transformés en véritables machines; engins de pointage et de visée, devenus des instruments de précision; composition de la poudre; vitesses initiales et moyens de les mesurer; figure des trajectoires; portées, étendues jusqu'à plus de douze kilomètres, etc.

Jamais, sans doute, révolution plus complète, ni plus prompte, ne s'était produite dans les données et les applications militaires de la Balistique, à la suite d'expériences plus variées ni plus importantes. En même temps que la pratique du tir s'est transformée si profondément, au profit de la rapidité et de l'exactitude, des lois nouvelles ont été découvertes et, de la sorte, plusieurs théories qui se rattachent à cette branche de la Physique mathématique (telles que la dérivation des projectiles, la force expansive des gaz de la poudre, la résistance de l'air, etc.) se sont perfectionnées et enrichies de faits et d'aperçus nouveaux, en même temps que l'art difficile de la Métallurgie, aiguillonné par d'impérieux besoins, a réalisé de grands progrès dont les plus habiles industriels doutaient d'abord.

Pour ceux qui avaient un intérêt professionnel, ou un sérieux attrait de curiosité scientifique, à suivre ce mouvement des faits et des idées, il a fallu se tenir au courant : des expériences (lorsque les procès-verbaux n'en ont pas été tenus secrets); des publications périodiques spéciales (*Revue d'artillerie*, *Mémorial d'artillerie navale*, et autres du même genre, françaises ou étrangères); de plusieurs importants Mémoires, dus à MM. Resal, Jouffret, Roux et Sarrau, Hélie, Sébert, Astier, etc., dont certains ont paru dans la *Revue maritime;* enfin d'ouvrages plus étendus, parmi lesquels nous citerons (pour nous borner à ceux qui datent de l'époque précitée) les *Mémoires balistiques* et autres de M. de Saint-Robert, le *Traité de Balistique* du général Mayewski, le *Traité des substances explosives* de M. Berthelot; celui de Clavarino, sur la *Force de la poudre*, etc.

Mais, en faveur des lecteurs, tels que les officiers de marine, qui ne peuvent, à leur gré, disposer des ressources des bibliothèques, il était à souhaiter qu'un auteur laborieux vînt coordonner, résumer et mettre en lumière, par des rapprochements avec le passé, ces connaissances éparses

et si rapidement acquises, en composant un livre théorique plus encore que pratique, mais écrit sous la forme la plus élémentaire possible, qui permît d'en embrasser l'ensemble, d'en saisir le lien et d'en comprendre l'esprit, sans qu'on fût obligé de remonter aux sources d'où elles découlent.

A ce point de vue, d'anciens ouvrages, très estimés jadis, mais devenus incomplets, laissaient les officiers studieux sans direction suffisante. Il y avait donc là une lacune; M. **Baills**, le premier, a tenté de la combler, en publiant, dans le cours de l'année 1883, sous le titre de *Traité de Balistique rationnelle*, un livre, de près de 500 pages, dans le but de satisfaire aux conditions générales du programme dont on vient d'indiquer les lignes principales.

M. Baills, dont l'Académie a déjà récompensé des travaux concernant l'Astronomie, s'est trouvé, dans ces dernières années, favorablement placé par ses fonctions pour entreprendre une œuvre de cette nature. Embarqué sur le *Vaisseau-Ecole des matelots-canonniers*, qui stationne habituellement dans la rade d'Hyères, officier de manœuvre et membre de la Commission permanente d'artillerie instituée à bord, il était là le témoin vigilant et actif des faits, le confident et le collaborateur d'études minutieuses et de discussions compétentes, l'un des initiés à des archives qui doivent être comptées parmi les plus curieuses et les plus complètes.

D'une part, en effet, c'est à bord de ce vaisseau que les matelots canonniers font leur éducation et leur apprentissage; d'autre part, c'est aussi là que se font les épreuves définitives du matériel préparé par les soins de nos habiles et savants officiers d'artillerie de marine, avant qu'il soit rendu réglementaire pour le service à bord des bâtiments.

L'Ouvrage de M. Baills est donc le fruit de l'expérience personnelle, fécondée par l'étude. Il se divise en six Livres, qui portent les titres suivants :

Livre I. — Balistique extérieure, dans le vide et dans l'air.

Livre II. — Balistique intérieure (Études géométrique et thermodynamique de la bouche à feu; Étude thermochimique de la poudre).

Livre III. — De la dérivation des projectiles dans un milieu fluide résistant et en particulier dans l'air.

Livre IV. — Du pointage et du tir, et de leurs irrégularités.

Livre V. — Théorie du recul et des freins qui le limitent.

Livre VI. — Questions diverses (fusées, choc des projectiles, engins accessoires, etc.).

Comme on en peut juger par ce programme méthodique et complet, il n'est guère de théories appartenant à la Balistique et à l'Artillerie qui n'aient leur place dans l'œuvre de M. Baills. L'analyse que nous en ferions ne pourrait donc manquer d'offrir de l'intérêt par l'importance, la variété et parfois par la nouveauté des sujets; mais nous devons y renoncer, par la crainte de nous voir entraînés bien au delà des limites assignées à un Rapport de cette nature. Bornons-nous donc à dire que cet Ouvrage n'est pas un simple *compendium* de ce que d'autres auteurs ont écrit sur la matière. Si M. Baills a dû leur emprunter beaucoup, le travail de condensation qui lui appartient a été considérable, et il s'est plus d'une fois montré original dans sa manière de présenter et d'expliquer les choses. A côté d'éloges mérités, une appréciation détaillée nous conduirait aussi à formuler un certain nombre de réserves, et même des critiques sur le fond comme sur la forme de quelques passages. Dans son désir de vulgariser l'exposition des idées pour les marins, auxquels il a destiné son livre, M. Baills fait trop souvent usage de locutions tantôt familières, tantôt plus maritimes que scientifiques, et ces écarts du langage et de la précision mathématiques nuisent à la clarté et vont même parfois jusqu'à trahir sans doute la pensée de l'auteur. Ces négligences et ces taches devront, dans une seconde édition, disparaître d'un livre qu'elles déparent sans lui ôter, entre autres mérites, celui de l'à-propos. Seul de son espèce, au moment où il a paru, il a rendu service à ceux qui, sans avoir à faire profession d'artilleurs, voulaient se remettre au courant des progrès de l'Artillerie, y être guidés et connaître l'ensemble des choses, plutôt que le tableau exact des faits et les formules que réclament les besoins de la pratique.

C'est particulièrement cette louable et laborieuse initiative, importante malgré ses imperfections, que la Commission a eu pour but de récompenser, désirant aussi prouver aux officiers de la Marine que l'Académie est disposée à encourager toutes les études dont la complication croissante du matériel naval fait de plus en plus sentir la nécessité, surtout à eux qui ont l'honneur et la responsabilité d'en faire l'emploi à bord des navires.

Par ces motifs, elle est d'avis que la seconde moitié du prix annuel de *six mille francs* soit décernée à M. **Baills**, auteur du *Traité de Balistique rationnelle*.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca, Rolland, Lévy ; Resal, rapporteur.)

La Commission du prix de Mécanique décerne ce prix à M. **Riggenbach**, ingénieur à Olten (Suisse), pour la construction des chemins de fer de montagne et en particulier pour une bonne disposition de la crémaillère comme rail central, l'emploi de l'air, avec injection d'eau, faisant office de contre-vapeur à la descente, et subsidiairement son chariot porte-aiguilles.

Ce système de chemins de fer est aujourd'hui appliqué avec succès en Suisse, en Autriche-Hongrie, au Brésil et sur les bords du Rhin avec des pentes comprises entre 10 et 25 pour 100. La première ligne, établie dans ce système, relie Witzau au Rigi Kulm, et a été mise en exploitation en 1870.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Phillips, Hermite, Jordan, Tresca ; Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Poncelet, pour l'année 1884, à M. **Jules Hoüel**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour l'ensemble de ses œuvres mathématiques, et particulièrement pour son concours utile et dévoué à la publication des Œuvres de Laplace.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Tresca, Maurice Lévy ; Haton de la Goupillière, rapporteur.)

Votre Commission a eu à examiner des Mémoires dus à deux auteurs différents et relatifs à un même sujet : l'étude de l'hélice propulsive. L'un d'eux a dû être écarté par elle, comme insuffisant pour motiver une distinction de la part de l'Académie. Le second travail nous a paru, au

contraire, présenter une grande valeur, et nous n'hésitons pas à vous proposer de décerner le prix Plumey à son auteur, M. le lieutenant de vaisseau **du Rocher du Quengo.**

Cet officier a rédigé successivement sur cette matière plusieurs Mémoires qui marquent des progrès successifs dans l'étude de la question. Ils ont été soumis à l'appréciation du conseil des Travaux de la marine, ont valu à l'auteur les félicitations de M. le Ministre de ce département, et le plus important d'entre eux a été inséré *in extenso* dans la *Revue maritime et coloniale* (juin 1881, pages 605 à 654) sous ce titre : *Recherches analytiques sur l'effet de la courbure de la génératrice et de la directrice dans le travail des hélices.*

L'auteur a pris pour point de départ de ses recherches l'important traité de l'hélice de notre confrère M. l'amiral Pâris, ainsi que les comptes rendus des expériences faites sur le *Pélican* et sur l'*Elorn* par M. l'amiral Bourgois, et MM. les ingénieurs des constructions navales Moll, Jay et Guède. Les formules auxquelles il est parvenu en premier lieu, pour un hélicoïde à plan directeur sans épaisseur, ne différaient pas au fond de celles qui avaient été obtenues, à son insu, par l'amiral Labrousse, les ingénieurs Jay et Guède, et le regretté Gustave Lambert. Mais les résultats de la comparaison de ces équations avec les nombres consignés dans les procès-verbaux de réception de nombreux navires ne parurent pas satisfaisants à M. du Quengo. Les valeurs des constantes déduites de ces rapprochements présentaient, en effet, des écarts inadmissibles pour une théorie, dont il voulait faire un guide sûr dans les projets de constructions.

Cet officier crut trouver la cause d'une telle insuffisance dans l'assimilation ordinairement admise pour l'évaluation de l'action mutuelle de la surface propulsive et du liquide, proportionnellement au carré de la vitesse relative normale, entre deux cas très distincts, à savoir : celui pour lequel la vitesse totale serait effectivement normale, ou, au contraire, notablement oblique à l'élément avec une même composante normale. On comprend, en effet, que le résultat du glissement de l'eau est alors d'amener, à égalité de durée, une plus grande masse liquide à subir, de la part du propulseur, l'influence de cette composante égale dans les deux cas. C'est ainsi, par exemple, que la palette plane d'une roue à aubes pénètre plus nettement dans le liquide que la surface fuyante de l'hélice. En outre, le courant tangentiel qui, après avoir attaqué en tête les premiers éléments de la surface, est obligé de se dévier en glissant sur le reste du propulseur, dans le mouvement relatif du liquide par rapport à ce dernier, vient couper les filets qui, dans un

parcours direct, eussent rencontré cette seconde partie. Ces derniers ne voient pas, pour cela, leur action entièrement annulée, car ils sont déviés, et réagissent par suite sur le liquide qui les chasse, et, par son intermédiaire, sur l'hélice; mais l'effort est nécessairement altéré.

D'après ces vues, M. du Quengo modifie la loi élémentaire de la proportionnalité de la force à l'élément superficiel et au carré de la composante normale, en y introduisant un facteur qui dépend du rapport des deux composantes de la vitesse. L'intégration se trouve par là sensiblement compliquée. Néanmoins M. du Quengo l'effectue, et la comparaison des nouveaux résultats avec l'observation devient alors beaucoup plus satisfaisante. Elle fournit, en effet, pour les constantes, des variations assez restreintes, pour que, dans une matière aussi complexe, et eu égard à la variété des navires considérés, l'auteur ait pu les envisager comme constituant un progrès important dans l'exactitude des formules.

Après ces recherches sur l'hélice ordinaire à génératrice rectiligne, M. du Quengo a porté son attention sur l'hélice à génératrices courbes, qui a réalisé elle-même, pour la navigation, un pas en avant d'une grande valeur. Cette forme utilise, en effet, une partie de la force vive qui résulte du glissement le long de ces génératrices de l'eau écartée par la force centrifuge du mouvement de gyration.

A cet égard, M. Hirsch courbait la génératrice suivant un arc de spirale d'Archimède, dans laquelle l'angle formé par la courbe et le rayon vecteur va en croissant avec ce dernier. M. du Rocher du Quengo a considéré comme plus simple et plus rationnel de substituer à ce profil celui de la spirale logarithmique, pour laquelle cet angle reste constant. Il effectue, à cet égard, dans le Mémoire cité, les calculs nécessaires pour former les expressions du travail résistant correspondant à un élément de surface du propulseur, et du travail utile de propulsion du navire.

Autorisé par M. le Ministre de la Marine à appliquer son système à une chaloupe à vapeur de 30 chevaux, l'auteur, en l'absence de données précises sur la valeur de l'angle le plus convenable, adopta simplement celui de 45°. Les expériences furent faites à la fois en traction au point fixe et en route libre. Dans le premier cas, l'utilisation fut trouvée supérieure à celle de l'hélice droite; elle resta inférieure dans le second, ce qui tenait à l'exagération de l'angle adopté.

M. du Quengo chercha alors analytiquement la valeur la plus favorable de cet élément essentiel, pour des conditions générales. Ce calcul, que renferme également le Mémoire en question, montra, en effet, que, dans

les circonstances de l'expérience précédente, le maximum d'effet utile correspondait à l'angle de 22°, et non de 45°, c'est-à-dire environ la moitié.

Les tableaux numériques dressés d'après ces formules montrent avec évidence la supériorité de l'hélice du Quengo sur l'hélice droite, pourvu que la première soit construite pour l'angle convenable dans chaque cas. Ils établissent en même temps l'avantage qu'elle présente sur l'hélice Hirsch, car l'efficacité de l'angle de courbure décroît rapidement du centre à la circonférence, en même temps que l'angle relatif au maximum d'effet utile reste sensiblement le même. Il y a donc désavantage à faire croître cet angle, comme cela est inévitable avec la spirale d'Archimède.

Le Mémoire en question renferme encore la comparaison des types Hirsch, Hodgson et Thornycroft. Le dispositif adopté par ce dernier ingénieur est postérieur à la date du brevet pris en France par M. du Rocher du Quengo. Cette discussion conduit à une série de règles essentielles dont l'importance est destinée à s'accroître, depuis que l'on réalise sur les torpilleurs, les croiseurs et les paquebots, des vitesses auparavant inconnues. Les bornes de ce Rapport ne sauraient évidemment permettre d'insérer ici, même en abrégé, ces intéressants énoncés.

En résumé, le travail long et persévérant, difficile et fructueux, accompl par M. **du Rocher du Quengo**, a semblé à votre Commission digne des encouragements de l'Académie. Nous avons donc l'honneur de vous proposer de décerner à ce savant officier de notre marine militaire le prix Plumey de la valeur de *deux mille cinq cents francs*, destiné par son fondateur « *à l'auteur* » *du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui (au* » *jugement de l'Académie) aura le plus contribué aux progrès de la navigation* » *à vapeur.* »

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Mouchez, Lœwy, Wolf;
Tisserand, rapporteur.)

Les travaux astronomiques de M. **Radau** sont bien connus de l'Académie; ils ont valu à leur auteur une réputation méritée.

Laissant de côté ses belles recherches sur le problème des trois corps, et celles relatives aux formules de quadrature, nous parlerons seulement du Mémoire remarquable de M. Radau sur la théorie des réfractions astronomiques.

C'est par centaines que l'on compte les travaux des astronomes sur cette question difficile. Dans le voisinage de l'horizon la réfraction ne dépend plus seulement des indications du thermomètre et du baromètre au point d'observation, mais encore de la loi de diminution de la température quand on s'élève dans l'atmosphère; or, cette loi nous est inconnue. On a été réduit à faire des hypothèses, chaque auteur ayant la sienne propre.

M. Radau a exposé d'abord tout cet ensemble de recherches, avec sa clarté habituelle; il les a rattachées les unes aux autres d'une manière simple et ingénieuse, montrant le point faible de chacune des théories. A son tour, il en a donné une, plus complète et plus générale; dans les tables numériques auxquelles il a travaillé plusieurs années, M. Radau a introduit un paramètre arbitraire qui permet de tenir compte de la diminution, plus ou moins grande suivant les saisons, de la température, pour une variation déterminée de hauteur. On pourra ainsi obtenir dans un même observatoire, sans s'élever dans l'atmosphère, des renseignements intéressants sur la loi des densités, ou sur celle des températures de l'air, à différentes hauteurs.

La Commission, appréciant l'importance des recherches de M. **Radau**, lui décerne le prix Lalande.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Janssen, Mouchez; Tisserand, rapporteur.)

L'existence d'une accélération séculaire dans le moyen mouvement de la Lune a été révélée par la discussion des anciennes éclipses de Soleil; Laplace a découvert la cause théorique de cette accélération, en a calculé la valeur, et l'a trouvée d'accord avec celle que divers astronomes avaient déduite de la considération des anciennes éclipses.

Il y a une trentaine d'années, M. Adams étonna le monde savant en montrant que les calculs de Laplace et de ses successeurs n'étaient pas complets; qu'en les poussant plus loin, on ne trouvait plus que la moitié environ de la valeur assignée par la discussion des éclipses historiques. Ce résultat de M. Adams, confirmé depuis par M. Delaunay, est aujourd'hui hors de doute; de là une difficulté grave qui pèse sur la théorie de la Lune, et n'a pas encore reçu de solution satisfaisante.

On a été conduit à se demander si les éclipses, rapportées avec plus ou moins d'exactitude par les anciens historiens, permettaient de fixer avec une grande précision le montant de l'accélération séculaire, et cela a été l'origine des travaux nombreux et intéressants, parmi lesquels on a remarqué, à juste titre, celui de M. Ginzel.

Cet astronome a pu réunir des documents nouveaux concernant quarante-trois éclipses, totales ou annulaires, de Soleil, comprises entre les années 346 et 1415 de notre ère, et mentionnées dans les chroniques du moyen âge. La discussion de l'ensemble de ces éclipses a fourni à M. Ginzel une détermination nouvelle et plus précise de la valeur numérique de l'accélération, qui confirme le désaccord entre la théorie et l'observation, tout en en diminuant un peu la grandeur.

La Commission du prix Valz a été frappée de ce travail qui a demandé des recherches longues et pénibles, et qui se rapporte à l'un des sujets les plus intéressants de l'Astronomie; elle a décerné le prix Valz à M. Ginzel.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jamin, Becquerel, A. Cornu, Lévy; Tresca, rapporteur.)

La question posée pour l'année 1884 était celle-ci : « *Perfectionner en* » *quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la trans-* » *mission du travail.* »

Un seul Mémoire a été présenté au concours. Ce Mémoire, correct en tous ses points, n'a pas paru à la Commission avoir, d'une manière suffisamment nouvelle, le caractère d'un perfectionnement important dans la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail. En conséquence, la Commission a été d'avis de demander à l'Académie la prorogation du concours à l'année 1886 [1].

Elle a pensé toutefois qu'il y avait lieu de tenir compte du mérite du travail présenté et elle désirerait qu'une allocation de *mille francs* pût être accordée à son auteur, à titre d'encouragement, par l'Académie.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Conformément au désir exprimé par l'auteur, il a été procédé à l'ouverture du pli cacheté qui accompagne l'unique Mémoire inscrit au concours. Ce pli contient le nom de M. G. CABANELLAS.

---

[1] Voir aux Prix proposés, page 557.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussingault, de Freycinet, Bouley; Lalanne et Haton de la Goupillière, rapporteurs.)

Plusieurs des Mémoires qui ont été présentés à l'Académie pour le concours de Statistique ont dû, bien qu'ils ne fussent pas sans mérite, être écartés comme ne rentrant pas dans la formule approuvée pour l'obtention du prix, laquelle exige expressément que les questions envisagées soient relatives à la statistique de la France, et non de pays étrangers.

Quelques autres n'ont pas semblé à la Commission suffisants pour motiver une distinction, soit que le sujet ait paru n'offrir qu'un intérêt trop restreint, soit que ces travaux, dans leur état actuel, nécessitent des développements plus importants. Nous nous abstiendrons donc de les mentionner.

Six noms seulement seront prononcés dans ce Rapport.

Rapport sur l'Ouvrage de M. Alfred Durand-Claye; *par* M. Lalanne.

M. **Alfred Durand-Claye**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est l'auteur d'une monographie intitulée : *L'épidémie de fièvre typhoïde à Paris en 1882, études statistiques.* Cette monographie se compose d'un texte d'une trentaine de pages et de quinze tableaux de chiffres détachés du texte. Chacun des tableaux est accompagné de sa traduction graphique, ou, en d'autres termes, d'une planche sur laquelle les variations des divers éléments que l'on considère sont exprimées par le tracé de lignes brisées de différentes couleurs, ou par des teintes et par des isoplèthes ou courbes d'égal élément, tout à fait analogues aux courbes de niveau des plans topographiques, suivant une notation dont les applications se multiplient chaque jour davantage.

Texte, tableaux et planches sont d'une exécution typographique qui en facilite singulièrement l'étude, et présentent un ensemble qui devait attirer d'une manière particulière l'attention de la Commission, alors même

que l'objet considéré par l'auteur n'aurait pas, par lui-même, une importance exceptionnelle. Depuis plusieurs années en effet, la fièvre typhoïde détermine à Paris une mortalité triple ou quadruple de celle que l'on constate à Londres, à Bruxelles, à Berlin. Les causes qui agissent sur le développement des affections typhoïdes sont si nombreuses et si complexes qu'il ne paraît pas que l'on soit encore parvenu à les démêler et à en apprécier l'influence relative, ni même à les signaler toutes. M. Durand-Claye reconnaît qu'il n'avait, à aucun titre, qualité ni compétence pour intervenir dans les questions purement médicales. Il s'est donc borné à recueillir un certain nombre de faits qui, réunis à ceux qui résulteront d'études nouvelles et longtemps prolongées, pourront être utiles à la découverte de lois encore inconnues aujourd'hui.

Il s'est ainsi rigoureusement maintenu dans le domaine de la Statistique, dont la Commission n'entend pas sortir plus que lui-même.

Les résultats obtenus ont été classés dans trois Chapitres, savoir : 1° Statistique de l'épidémie au point de vue chronologique et topographique; 2° Statistique des influences naturelles : météorologie, géologie, hydrologie; 3° Statistique des influences artificielles : habitations, eaux, égouts.

Il ressort du premier Chapitre que le choix de l'année 1882 était naturellement indiqué pour l'analyse comparative qui place le chiffre des typhoïdés en regard des éléments auxquels on essaye de le rapporter. En effet, ce Chapitre commence par le Tableau résumé des décès typhoïdiques de 1868 à 1882, relevés par mois et calculés pour 10000 habitants. Or, si l'on écarte l'année 1871, absolument exceptionnelle, où l'encombrement et les souffrances du siège ont donné plus de 23 décès typhoïdiques pour 10000 habitants, 1882 offre, avec près de 15 décès, un maximum pour les quinze dernières années. Résultat triste à constater à côté de celui de Londres, où la proportion oscille entre 2 et 3, depuis un nombre d'années considérable.

Le relevé des décès par mois, par semaine, par arrondissement, par quartier, n'a qu'un intérêt purement local tant qu'on n'y découvre pas les influences de toute nature, comme l'auteur cherche à le faire dans les Chapitres II et III de son étude. Mais là commence le domaine des conjectures, et il faut reconnaître qu'il ne s'y est avancé qu'avec beaucoup de réserve et de prudence. Il est vrai que la mortalité typhoïdique a paru monter en même temps que la pression baissait, que les pluies devenaient plus abondantes, que l'actinométrie diminuait, que l'humidité de l'air augmentait.

Mais ni la direction des vents, ni la nature du sous-sol, ni la répartition souterraine des eaux, ni la densité de la population, ni les égouts, ni le système des vidanges n'ont une influence appréciable en présence d'autres causes qui viennent en voiler ou en altérer les effets. D'un autre côté, il serait difficile de nier que le développement de l'épidémie ne se soit produit là où la population pauvre se trouve le plus agglomérée, là où la consommation de l'eau de l'Ourcq est la plus forte, là où le nombre des lavoirs communs est le plus considérable, là où le nombre des établissements de bains est le moindre. Il semble donc bien que la concentration des causes de malpropreté, que l'insuffisance du volume d'air respirable, que l'impureté de l'eau alimentaire exposent davantage à l'épidémie : et ce n'est sans doute pas trop s'avancer que de signaler une fâcheuse influence dans le lavage en commun sans nettoiement préalable ni désinfection des linges ayant servi aux typhoïdés.

En résumé, tout en reconnaissant que les divers tableaux numériques et graphiques présentés par l'auteur ne permettent pas, comme il le dit très bien, de charger une influence spéciale de la création ou même du développement de l'épidémie; tout en admettant que c'est un ensemble de causes et de conditions qui influent, chacune pour leur part, sur le résultat final, qui se somment en une sorte d'intégration générale composée de termes de différents signes, la Commission a considéré comme digne à tous égards du prix qu'elle avait à décerner le travail considérable qui a été produit par M. **Alfred Durand-Claye.**

Rapport sur l'Ouvrage de M. de Pietra-Santa; *par* M. **Lalanne.**

L'importance du sujet et le désir naturel de jeter quelque lumière sur les causes d'un si terrible fléau ont provoqué un autre travail ou plutôt une suite de travaux non interrompus présentés au concours par M. le Dr **Prosper de Pietra-Santa**, sous le titre : *Contribution à l'étude de la fièvre typhoïde à Paris*. Ce travail comprend quatre Mémoires manuscrits dont un avait déjà été produit au concours de l'année 1877. Ces divers Mémoires sont, comme la publication de M. Durand-Claye, accompagnés de tableaux numériques, de diagrammes, de cartes graphiques. L'auteur s'est pareillement interdit « les idées théoriques, les doctrines étiologiques et les controverses thérapeutiques... ». Néanmoins le relevé consciencieux de faits précis et de chiffres officiels l'a conduit à des conséquences parfois très peu différentes de celles auxquelles est parvenu M. Durand-Claye, surtout

lorsqu'elles ont un caractère négatif. C'est ainsi qu'il n'existe pas de rapport direct et constant entre le chiffre des décès par fièvre typhoïde et la densité de la population par quartiers, qu'il ne faut pas confondre avec l'agglomération dans des logements trop étroits. Mais on n'en reconnaît pas non plus entre les quantités de pluie relevées à l'udomètre et les variations de la mortalité typhique.

Quoi qu'il en soit, sans avoir le caractère de précision et de rigueur qui paraît dominer dans l'œuvre de son concurrent, les Mémoires de M. de Pietra-Santa paraissent assez riches en faits et s'étendent sur une période assez étendue pour satisfaire à toutes les conditions du Concours. En tenant compte du travail qu'ils ont exigé et des services rendus à la Statistique par la publication du *Journal d'hygiène*, la Commission n'aurait pas hésité à proposer à l'Académie d'accorder un deuxième prix de Statistique à M. le Dr de Pietra-Santa si la situation financière l'avait permis. Les circonstances exigeant qu'elle se restreigne dans les limites exactes de la fondation, elle croit devoir réserver le Mémoire de M. le Dr **de Pietra-Santa** pour le prochain Concours.

Rapport sur les travaux de M. Arthur Chervin; *par* M. **Lalanne**.

M. le Dr **Arthur Chervin** a communiqué au Congrès tenu à Rouen en 1883, par l'Association française pour l'avancement des Sciences, un écrit intéressant sur la *Géographie médicale du département de la Seine-Inférieure*, écrit qui a exigé un travail prolongé et dans lequel l'observation et les chiffres qu'elle fournit dominent sans qu'aucune idée préconçue vienne les revendiquer à son appui. Cette monographie, conçue dans un très bon esprit, est le développement, pour un seul département, d'un travail d'ensemble qui a déjà été l'objet d'une mention honorable au concours de 1881. L'auteur se propose de donner ainsi une suite détaillée par régions à l'*Essai de géographie médicale de la France d'après les infirmités constatées par les Conseils de revision de* 1850 *à* 1869, que l'Académie a récompensé. Une telle entreprise mérite d'être encouragée; aussi, tout en accordant une nouvelle mention honorable à la *Géographie médicale du département de la Seine-Inférieure*, la Commission réserve les droits de l'auteur pour les concours ultérieurs.

Rapport sur le Mémoire de M. Bernard (*de Cannes*); *par* M. **Haton de la Goupillière.**

M. le Dr **Bernard** (de Cannes) avait présenté au concours de l'année 1883 un Mémoire manuscrit intitulé : *Statistique médico-démographique de Cannes pendant la période de* 1877 *à* 1881. La Commission prenant en considération les qualités manifestées dans ce travail, bien que son importance, et surtout la durée embrassée par les observations ne lui eussent pas semblé suffisantes pour qu'une distinction lui fût décernée, avait réservé ce Mémoire pour les concours ultérieurs. Cette année, M. Bernard (de Cannes) a remis sous les yeux de l'Académie un travail portant le même titre, mais étendu de 1877 à 1883, c'est-à-dire à deux années de plus. Il n'a pas encore paru à votre Commission que cette addition fût de nature à modifier d'une manière décisive l'appréciation précédente. Elle persiste donc à cet égard dans les mêmes conclusions.

Rapport sur le travail de M. Dupont; *par* M. **Lalanne.**

La Statistique médicale de Rochefort pour les trois années 1881, 1882 et 1883 a été soumise à l'Académie, occupant trois manuscrits distincts. Entreprise il y a trente ans par M. le Dr Maher, la statistique de cette importante place maritime a été continuée par lui pendant vingt-huit années consécutives. L'Académie a récompensé cette suite remarquable de travaux utiles en lui décernant le prix de Statistique en 1882. Aujourd'hui son continuateur, M. **Dupont**, médecin principal de la Marine, présente sous la même forme, avec les mêmes cadres, les résultats des années 1882 et 1883. La Commission, en rappelant les antécédents honorables de cette collection, exprime le vœu qu'elle soit continuée et même encouragée par l'administration compétente.

Rapport sur l'Ouvrage de M. de Saint-Genis; *par* M. **Haton de la Goupillière.**

M. **Victor de Saint-Genis**, sous le pseudonyme de Georges Stell, a présenté à l'Académie, réunis en brochure, les articles qu'il a publiés dans le journal *le Capitaliste*, avec ce titre : *les Cahiers de doléances des mineurs français*. La Commission ne saurait classer ce document avant ceux qu'elle vient de

désigner pour des prix cette année. Elle tient d'ailleurs à s'abstenir de porter un jugement en ce moment, par la raison que les problèmes que l'auteur étudie, au point de vue économique, présentent un rapport étroit avec des questions d'ordre politique actuellement pendantes devant le Parlement. Cependant, pour ne pas faire perdre à l'auteur le bénéfice des qualités dont il a fait preuve dans son travail, elle proroge aux concours ultérieurs l'appréciation de cet Ouvrage.

En résumé, la Commission propose : 1° de décerner le prix de Statistique à M. **Alfred Durand-Claye**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées pour son Ouvrage intitulé : *L'épidémie de fièvre typhoïde à Paris en 1882, études statistiques ;*

2° De renvoyer à un prochain concours l'examen des titres de M. le Dr **Prosper de Pietra-Santa** pour la série de quatre Mémoires présentés par cet auteur sous le titre : *Contribution à l'étude de la fièvre typhoïde à Paris.*

3° Une mention honorable est, en outre, accordée à M. le Dr **Arthur Chervin** pour son Opuscule intitulé : *Géographie médicale du département de la Seine-Inférieure.*

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Cahours, Friedel, Troost; Debray, rapporteur.)

La Section de Chimie, à l'unanimité, décerne le prix Jecker pour l'année 1884 à M. **Chancel**, Correspondant de l'Institut et Recteur de l'Académie de Montpellier.

La Section a voulu récompenser par le prix Jecker l'ensemble de ses travaux en Chimie organique. Les recherches de M. Chancel ont surtout porté sur les acétones, les aldéhydes, les produits nitrés de ces acétones, les éthers mixtes formés par les acides bibasiques et les éthers formés de

deux alcools différents. On lui doit aussi l'importante découverte de l'alcool propionique qui est l'homologue immédiatement supérieur de l'alcool ordinaire. Il en a fait connaître les dérivés les plus importants.

Tous ces travaux sont l'œuvre d'un chimiste habile et pénétrant, on en pourra juger par l'analyse rapide de ses travaux sur les acétones, les seuls que nous puissions résumer ici.

L'acétone, dont les découvertes de M. Chancel avaient fait le type d'une classe déjà importante de composés, est le produit de la distillation de l'acétate de chaux. On la connaissait déjà au milieu du siècle dernier, mais sa composition fut déterminée pour la première fois en 1830, par Dumas. Cette composition est la même que celle de l'aldéhyde propionique; elle diffère cependant de l'aldéhyde véritable en ce qu'elle est dépourvue de la faculté de s'oxyder facilement, en donnant naissance à de l'acide propionique.

La nature de cette acétone et des produits analogues découverts par M. Chancel était donc inconnue, lorsqu'il eut l'ingénieuse idée de les rattacher au groupe des aldéhydes. Pour lui, l'acétone ordinaire ne diffère de l'aldéhyde du vin que par l'addition d'un carbure d'hydrogène. Dans le langage de la théorie des substitutions, l'acétone devenait une aldéhyde dans laquelle de l'hydrogène était remplacé par le carbure méthyle. Cette vue a été réellement féconde, elle a été le point de départ des beaux travaux de MM. Williamson, Pébal et Freund et de M. Friedel, qui a surtout étendu le champ de nos connaissances sur cet important sujet.

En 1878, M. Chancel a publié un travail important sur l'action que l'acide azotique exerce sur les acétones. Il se forme dans cette circonstance des produits azotés dérivant des carbures homologues de l'hydrogène protocarboné par la substitution de deux molécules d'acide hypoazotique à deux molécules d'hydrogène. Ces produits ont donc avec les carbures dits *saturés* le même rapport de composition que la binitrobenzine et la benzine. Mais, tandis que les produits azotés de la benzine et de la plupart des autres carbures sont des produits neutres, particulièrement stables, ceux qui dérivent des carbures saturés ont au contraire une réaction acide très marquée, donnent des sels bien cristallisés et, sous l'influence des acides, se décomposent en acide gras et en bioxyde d'azote. Ces composés remarquables étaient connus avant M. Chancel, mais le mode général de production qu'il en a donné est certainement un des faits les plus saillants de l'histoire des acétones.

Ajoutons que tout récemment M. Chancel est revenu sur cette action de

l'acide azotique, sur les acétones mixtes et qu'elle lui a fourni un moyen de constater des isoméries très délicates, où les méthodes connues étaient restées impuissantes.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Hébert, de Quatrefages, Daubrée, H. Milne-Edwards; A. Gaudry, rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante :

« *Nouvelles recherches sur les fossiles, faites dans une région qui depuis un* » *quart de siècle n'a été que peu explorée sous le rapport paléontologique.* »

Bien que la Paléontologie soit une Science toute nouvelle, la multitude des êtres fossiles actuellement découverts commence à être si grande qu'il est difficile à un même homme d'en embrasser l'ensemble. Les paléontologistes sont obligés de devenir des spécialistes : ils choisissent soit une fraction des temps géologiques, soit un groupe du monde animal. M. Gustave Cotteau s'est attaché au groupe des Échinodermes, et il a acquis dans l'étude de ces animaux une habileté universellement reconnue. Notre Correspondant suédois, M. Lovén, qui est la plus haute autorité dans les questions relatives aux Échinodermes, vient d'écrire ces mots dans son Mémoire *On Pourtalesia* : « Les Ouvrages de M. Cotteau, dans la Paléontologie française et ailleurs, sont tous des modèles de recherche et d'élucidation qui n'ont pas été surpassés. » M. Cotteau a fait paraître deux Volumes sur les Échinides de la Sarthe, un Volume sur les Échinides du sud-ouest de la France, deux Volumes sur les Échinides de l'Algérie (en collaboration avec MM. Péron et Gauthier), plusieurs Volumes dans la Paléontologie française, des Mémoires sur les Échinides fossiles de la Belgique, de l'Yonne, de la Normandie, de Cuba, des îles Barthélemy et Anguilla (Antilles), de Stramberg (monts Karpathes), etc. Il a publié plus de mille Planches d'Échinodermes ayant en moyenne au moins douze figures,

ce qui fait un total de douze mille figures; cela représente un travail immense. Il a décrit une multitude de formes fossiles qui étaient inconnues avant lui, notamment le curieux *Tetracidaris*, qui, par ses interambulacres composés de quatre rangées de plaques, rappelle jusque dans le crétacé inférieur la conformation des paléchinides primaires. Comme le squelette des Échinodermes est compliqué et bien défini, il offre d'excellents caractères pour distinguer les espèces fossiles : ainsi les espèces de *Cidaris*, *Salenia*, *Disater*, *Mieraster*, *Hemiaster*, *Echinobrissus*, et bien d'autres Échinodermes occupent une place importante parmi les fossiles caractéristiques des étages géologiques. Il résulte de là que les publications de M. Cotteau sont d'une grande utilité pour la Stratigraphie. Les services que ce paléontologiste a rendus depuis trente ans lui ont mérité l'estime et la reconnaissance de tous les géologues. D'ailleurs, il est lui-même un géologue habile, comme l'ont prouvé ses nombreux comptes rendus de travaux géologiques. La Commission du prix Vaillant est unanime pour décerner un premier prix de *deux mille cinq cents francs* à M. **Gustave Cotteau.**

Un autre paléontologiste, M. **Émile Rivière**, a attiré l'attention de votre Commission. La question des origines de l'humanité est si brûlante qu'elle enflamme facilement l'imagination de ceux qui cherchent à la résoudre, et parfois les vues de l'esprit précèdent les travaux patients d'observation, bases de toute découverte dans les sciences naturelles. M. Émile Rivière a bien compris que, pour faire avancer l'étude de l'Anthropologie préhistorique, il fallait explorer les terrains quaternaires et commencer par rendre à la lumière les débris des créatures qui y étaient cachées. Il s'est livré à cette recherche avec une ardeur incomparable; il a fouillé nos alluvions quaternaires de Paris, la grotte de Saint-Benoît dans les Basses-Alpes, le trou Camatte et la grotte de l'Albaréa dans les Alpes-Maritimes, la station du cap Roux située entre Nice et Monaco, la brèche osseuse de Nice, et surtout les grottes Grimaldi et des Baoussé-Roussé qui sont en Italie près de la frontière française et que l'on connaît sous le nom de *grottes de Menton*. Chacun a pu voir dans les galeries d'Anthropologie du Muséum le fameux squelette humain que M. Émile Rivière a découvert dans une des grottes de Menton; mais ce que l'on connaît moins, et ce qui pourtant représente aussi un grand labeur, c'est la multitude singulière des débris d'animaux qu'il a recueillis dans les cavernes. Une belle publication, intitulée : *L'antiquité de l'homme dans les Alpes maritimes*, renferme les résultats des recherches personnelles de l'auteur; des Planches coloriées représentent

les objets de l'industrie primitive, les squelettes humains et les débris des animaux. Cet Ouvrage, malheureusement, a été interrompu; il serait à désirer qu'il pût être bientôt terminé. Votre Commission, à l'unanimité, pense que M. **Émile Rivière** mérite une récompense de l'Académie, et elle lui décerne un second prix de *quinze cents francs*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Vulpian, Chatin, Richet, Charcot ; Gosselin, rapporteur.)

La Commission du prix Barbier a décidé qu'il n'y avait lieu de décerner cette année ni prix, ni encouragement.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin, Trécul, Cosson ; Van Tieghem, rapporteur).

A l'unanimité, la Commission décerne le prix Desmazières à M. **Otto Lindberg**, professeur de Botanique à l'Université finlandaise d'Helsingfors, pour l'ensemble de ses travaux relatifs aux plantes de l'embranchement des Muscinées (Hépatiques et Mousses).

Les recherches de M. Lindberg, d'ordre essentiellement descriptif, ont fait l'objet de vingt-sept Notes et Mémoires, publiés de 1862 à 1884. Parmi les plus importants, on peut citer : *Manipulus Muscorum primus* (1870) et *secundus* (1874); la description des Mousses du Japon (1872), des Hépatiques d'Écosse (1875), des Sphaignes de l'Europe et de l'Amérique du Nord (1882); la monographie du genre *Metzgeria* (1877); enfin l'*Essai de classification naturelle des Mousses acrocarpes d'Europe* (1878) et les *Mousses scandi-*

naves disposées suivant la nouvelle classification (1879). Ces nombreux travaux ont placé M. **Lindberg** au premier rang des Muscologues.

Parmi les autres Ouvrages présentés au concours, la Commission a distingué un livre intitulé : *Histoire naturelle des Champignons comestibles et vénéneux*, par M. **G. Sicard**, 2e édition, accompagnée de 75 Planches coloriées. Élève de Léveillé, M. Sicard, qui est pharmacien à Noisy-le-Sec, consacre depuis longtemps tous les loisirs que lui laisse sa profession à étudier, à dessiner et à peindre les grands Champignons, principalement les Agaricinées. Le livre où il les a décrits, avec les nombreuses Planches coloriées où il en a représenté les formes les plus remarquables, vulgarisera la connaissance de ces plantes, permettra d'éviter bien des méprises et les accidents qui en résultent, réussira peut-être à faire adopter comme alimentaires bon nombre d'espèces réputées dangereuses : en un mot, c'est une œuvre utile. Aussi la Commission propose-t-elle d'accorder à M. **Sicard**, sur les reliquats disponibles, un encouragement de la valeur de *six cents francs*.

La Commission a reçu de M. **Venance Payot** trois catalogues manuscrits de Cryptogames observés au mont Blanc, savoir : 1° Florule bryologique du mont Blanc; 2° Florure hépaticologique des Alpes Pennines; 3° Guide du lichénologue au mont Blanc. Très utiles, assurément, pour guider les botanistes dans leurs excursions, ces catalogues n'ont pas paru présenter un caractère d'originalité qui permît de les mettre en parallèle avec les œuvres auxquelles l'Académie attribue, soit des prix, soit des encouragements.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Blanchard, Duchartre, de Quatrefages, Chatin ; Van Tieghem, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Thore à MM. **L. Motelay** et **Vendryès**, pour leur *Monographie des Isoétées*, publiée dans les *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, et accompagnée de dix belles Planches coloriées. C'est un travail de mérite. Les auteurs ont eu la bonne fortune de pouvoir

tirer parti des riches matériaux réunis sur ce sujet par feu M. Durieu de Maisonneuve; cette circonstance leur a permis de donner à leurs recherches une étendue et une précision qui assurent à leur Ouvrage le meilleur accueil de la part des botanistes.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. H. Milne-Edwards, de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, A. Milne-Edwards; Blanchard, rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu, pour l'année 1884, de décerner le prix Savigny.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, Blanchard; A. Milne Edwards, rapporteur.)

La question proposée par l'Académie, pour sujet de prix à décerner en 1884, était la suivante :

« *Etude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.*
» *Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des*
» *fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent*
» *devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait inté-*
» *ressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de*
» *l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer ;*
» *mais l'Académie n'exclurait pas du concours un travail approfondi, qui*
» *n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.* »

Deux candidats, M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de

Marseille, et M. **Paul Fischer**, aide-naturaliste au Muséum, ont répondu à l'appel de l'Académie.

M. **Marion** a résumé dans deux Mémoires, comprenant 160 pages de texte in-4° et une grande carte des fonds, les études qu'il poursuit, depuis quinze ans, sur la faune marine des côtes de Provence et plus particulièrement sur la distribution des espèces animales dans le golfe de Marseille. Un premier Mémoire, intitulé : *Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille*, donne, d'une manière complète, la succession des animaux depuis les ports jusqu'à l'entrée de la rade, c'est-à-dire jusqu'à une distance de 20^{km} du rivage. Dans un second Mémoire, ayant pour titre : *Considérations sur les faunes profondes de la Méditerranée, d'après les dragages opérés au large des côtes méridionales de France,* l'auteur décrit les êtres qui vivent dans les zones profondes, depuis 100^m jusqu'à 2000^m et 3000^m, et il utilise pour cette étude les opérations qu'il a lui-même exécutées et les dragages faits en 1881 par la Commission du *Travailleur* aux recherches de laquelle il a participé.

En proposant la question à laquelle M. Marion a voulu répondre, l'Académie connaissait toutes les difficultés de sa solution. Une faune marine régionale n'est pas composée de types spéciaux exactement localisés, elle ne peut être caractérisée seulement par quelques formes animales : ce qui lui donne sa physionomie propre, c'est la fréquence de certains groupes, l'absence de quelques autres, c'est, en un mot, la manière dont tous les êtres y sont associés. Son étude est donc nécessairement comparative, et elle oblige à des recherches longtemps continuées. Tous les points de la région choisie doivent être explorés, les animaux qui s'y trouvent doivent être recueillis et déterminés, et ce travail présente des difficultés très grandes, alors surtout qu'il porte sur des groupes peu connus, comme il en existe parmi les Vers, les Mollusques ou les Rayonnés. M. Marion a accompli vaillamment cette tâche; les crédits alloués au laboratoire qu'il dirige ne lui permettant pas d'organiser de coûteuses explorations, il a su intéresser à ses recherches des personnes amies de la Science et obtenir les moyens nécessaires au dragage dans les eaux profondes, en dehors du golfe de Marseille et de l'îlot de Planier.

Il a ainsi réuni les éléments de diverses monographies, et les Mémoires qu'il a publiés sur les Nématodes, les Annélides et les Crustacés ont attiré à plusieurs reprises l'attention de l'Académie. Des espèces, nouvelles pour la Science et souvent fort curieuses, ont été découvertes et décrites. Un nombre considérable de formes animales, que l'on croyait jusqu'ici lo-

calisées dans les mers du Nord, ont été reconnues sur les côtes de Provence, à côté d'autres plus méridionales et s'étendant jusqu'aux Canaries.

Les deux Mémoires de M. Marion ne pourraient être ici analysés en détail ; il est aisé cependant d'en indiquer le sens et les résultats.

Une première partie donne la configuration du golfe de Marseille, telle qu'elle résulte des phénomènes géologiques anciens, rattachant ainsi la nature actuelle à celle des temps qui ont précédé. La nature des fonds est minutieusement indiquée jusque vers Toulon d'une part et, de l'autre, jusque dans les régions explorées par le *Travailleur*. Une falaise sous-marine à laquelle l'auteur donne le nom de *Peyssonnel* semble limiter en ce point les abîmes de la Méditerranée et cependant les faunes abyssales se propagent au-dessus d'elle, vers la côte, sous l'influence des conditions biologiques particulières à cette mer intérieure.

L'étude zoologique des diverses zones est très complète. De longues listes comprennent toutes les espèces qui y ont été rencontrées et dont la distribution paraît souvent régie plutôt par la nature du sol sous-marin que par sa profondeur.

La faune des eaux impures des ports mérite une mention spéciale et sa richesse est surprenante. Les espèces cosmopolites s'y montrent unies à des formes méditerranéennes. Plus de 80 mollusques de types différents ont été rencontrés dans l'un des bassins.

M. Marion étudie ensuite les zones littorales émergées, les plages, les prairies de zostères qui, à elles seules, donnent à la Méditerranée, par les animaux qu'elles abritent, un caractère spécial. Puis il étudie les graviers coralligènes, les sables à Bryozoaires si riches en vers et en mollusques, enfin les régions vaseuses qui dominent vers les embouchures du Rhône et s'étendent ensuite uniformément sur les côtes du Languedoc et du Roussillon.

On voit que, par l'extrême variété de ses fonds, le golfe de Marseille était particulièrement apte à fournir les éléments d'une étude de la distribution des animaux qui peuplent la Méditerranée tout entière. En mentionnant de nombreuses formes atlantiques, observées pour la première fois dans des eaux aussi méridionales, l'auteur a donné la raison de la richesse de cette faune qui ne possède peut-être qu'un nombre restreint d'espèces autochtones, mais qui garde une originalité réelle par ce fait qu'elle comprend à la fois des genres indiens, africains, atlantiques, et même des formes boréales.

Si la Méditerranée possède près de ses rivages une population animale

nombreuse et variée, elle se montre appauvrie et stérile aussitôt que l'on descend dans ses eaux profondes. M. Marion insiste sur cette curieuse particularité, qui doit se reproduire dans tous les bassins océaniques fermés et qui fournit aux géologues une précieuse indication pour l'étude des mers anciennes.

La Méditerranée est trop vaste pour que les conditions physiques des eaux y soient absolument uniformes, mais les différences de température existant entre le bassin oriental et le bassin occidental sont insuffisantes pour établir des courants susceptibles d'aérer convenablement le fond. D'autre part, le seuil du canal de Gibraltar est trop relevé pour laisser pénétrer les eaux froides de l'Atlantique. Les oscillations thermiques ne se produisent ainsi que dans une zone superficielle et les fonds demeurent dans une sorte de stagnation. Les effets de ces conditions biologiques défavorables sont nettement appréciables. Les animaux de la faune abyssale se sont amoindris; ils se sont localisés dans certaines régions en s'approchant de la surface. Les abords de Marseille, par suite peut-être du voisinage des embouchures du Rhône, se trouvent encore privilégiés, et M. Marion a pu citer des associations assez nombreuses jusque dans la vase qui s'étend au sud de la falaise de Peyssonnel, par 2000^{m}. Un certain nombre d'espèces des zones littorales descendent vers ces fonds, mais les individus qui les représentent restent de petite taille; des formes abyssales se montrent au milieu d'eux, puis persistent seules, indiquant par leur rareté et leurs faibles dimensions les difficultés de leur existence.

Cette analyse trop succincte suffit cependant à montrer l'importance des résultats scientifiques dus à M. **Marion**. Ce savant naturaliste a fait faire par ses recherches personnelles de réels progrès à nos connaissances zoologiques; il a su, par son exemple et son enseignement, créer autour de lui, à Marseille, une école des plus actives, où quelques-uns de ses élèves, devenus ses collaborateurs, s'occupent avec succès de l'étude de la faune méditerranéenne. Aussi votre Commission, estimant qu'il a répondu d'une manière satisfaisante à l'une des parties du programme qu'elle avait tracé, lui décerne le grand prix des Sciences physiques pour 1884.

M. le Dr **Paul Fischer** a présenté au même concours une série de Mémoires sur les animaux du sud-ouest de la France qu'il étudie depuis de longues années avec un grand soin. Il a pris une part active aux diverses expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* et il a réuni soit par ses propres recherches, soit par celles de ses collaborateurs, de nom-

breux documents qui lui ont permis d'augmenter beaucoup nos connaissances relatives à la faune océanique française. Ses travaux sur la baleine du golfe de Gascogne et sur les autres Cétacés qui se rencontrent dans ces parages ont éclairé bien des questions fort obscures de l'histoire de ces animaux.

Les Catalogues qu'il a dressés des Mollusques, des Molluscoïdes, des Crustacés, des Echinodermes, des Actinies et des Foraminifères du département de la Gironde lui ont permis d'établir des comparaisons intéressantes entre la faune de cette partie de la France et celle de la Grande-Bretagne ou de la Méditerranée, de rechercher l'origine des mollusques qui habitent les rivages de nos départements de l'Ouest et les changements que le temps a apportés dans la limite d'habitat des espèces. L'influence des courants et particulièrement celle du Gulf-stream ne lui semble pas de nature à introduire dans cette faune superficielle des éléments exotiques; au contraire, dans les eaux profondes, on reconnaît une remarquable uniformité dans la population animale, depuis les côtes de l'Amérique jusqu'à celles de l'Europe.

Les études de M. Fischer le conduisent à cette conclusion, que tout le nord de l'Atlantique est un centre de création pour de nombreux Mollusques dont les uns ont envoyé leurs colonies sur le littoral occidental de l'Europe et les autres sur le littoral oriental de l'Amérique.

Votre Commission, reconnaissant que les travaux de M. **P. Fischer**, bien qu'ils ne répondent pas exactement au programme tracé par l'Académie, fournissent de très utiles renseignements sur la distribution des animaux marins de notre littoral océanique, vous propose d'accorder à ce savant naturaliste un encouragement de *quinze cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Paul Bert, Marey, Richet, Larrey, Bouley, Ch. Robin; Charcot, rapporteur).

Prix.

Les descriptions classiques du système musculaire de la vie animale de l'homme, fondées sur l'étude faite en vue des nécessités pratiques de séries innombrables de sujets, ne représentent cependant, quelque fixes qu'elles puissent paraître, qu'une sorte de schéma répondant à la disposition moyenne. Personne n'ignore qu'autour du type rayonnent des variations individuelles presque innombrables.

Si ces variations anatomiques ont été longtemps négligées par les anatomistes qui se sont préoccupés surtout des applications médicales ou chirurgicales, c'est que, évidemment, à ce point de vue, « quelques faisceaux musculaires en plus ou en moins sont », comme l'a dit un chirurgien de renom, « des anomalies de peu d'importance ». Mais il n'en saurait plus être ainsi lorsque ces mêmes anomalies sont considérées dans un but purement scientifique, à la lumière de l'Anatomie comparée, par exemple.

Leur étude peut alors, on le conçoit, acquérir un très grand intérêt pour l'édification théorique; et c'est justement cela que M. le Dr Testut s'est proposé d'établir dans son traité des *anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'anatomie comparée*. Ce Traité constitue un volume de plus de 800 pages, qui représente un travail considérable et certainement très méritoire. Plus de six cents sujets humains ont été examinés et l'on a fait marcher de pair de nombreuses dissections de mammifères, de sujets appartenant plus particulièrement à diverses espèces simiennes. L'idée dominante qui a dirigé l'auteur dans ses recherches, et que celles-ci semblent d'ailleurs presque toujours confirmer, a été formulée par lui comme il suit : Les anomalies du système musculaire observées chez l'homme ne sont que la reproduction d'un type qui est normal dans la série zoologique.

Les quatre premières parties de l'Ouvrage, comprenant environ 700 pages, sont consacrées à la description, faite suivant la méthode analytique, des

anomalies que chacun de nos muscles pris individuellement peut présenter, et à côté de l'anatomie du muscle chez l'homme se trouve indiquée la disposition homologue existant normalement dans divers membres de la série animale.

Dans une cinquième Partie, les anomalies musculaires sont considérées au point de vue de l'anatomie comparée. Là sont étudiées, en particulier, les variations que présente le système musculaire suivant les races et aussi, avec une sorte de prédilection, les rapports qui existent entre le système musculaire de l'homme et celui des singes. Cette dernière étude surtout paraît avoir conduit l'auteur à des conclusions importantes; en effet, après avoir établi pour chacune des régions du corps les différences anatomiques qui existent, en ce qui concerne le système musculaire, entre l'homme et les espèces simiennes, il se croit en mesure de démontrer que toutes les dispositions, considérées comme caractéristiques des espèces simiennes, se reproduisent chez l'homme à l'état d'anomalies.

L'anatomie anormale viendrait donc, d'après cela, — tout au moins en ce qui concerne le système musculaire, — combler les distances qui séparent l'homme des singes.

Ce n'est pas ici le lieu de suivre l'auteur dans la discussion à laquelle il consacre la majeure partie de son dernier chapitre, et où il cherche à démontrer que les faits anatomiques qu'il a découverts ou mis en lumière dans ses études doivent être considérés tous comme autant de preuves en faveur de la théorie de l'évolution. On ne pourrait méconnaître la valeur des documents, non plus que le talent d'écrivain qu'il met au service de la thèse qu'il soutient avec beaucoup de chaleur; mais il est peu vraisemblable, néanmoins, que son argumentation et sa dialectique suffiront à entraîner immédiatement la conviction dans l'esprit de tous ses lecteurs.

Ce que chacun appréciera, par contre, sans conteste, dans l'œuvre de M. Testut, c'est le travail poursuivi pendant plusieurs années avec sincérité et conviction au milieu de difficultés de tout genre; c'est aussi l'exactitude minutieuse des détails descriptifs, ce sont enfin, et par-dessus tout, les résultats obtenus, représentés qu'ils sont par un nombre considérable de faits bien observés, habilement décrits, nouvellement introduits dans la science pour la plupart, et qui devront désormais occuper une place honorable dans le domaine de l'Anatomie comparée.

Telles sont les considérations qui ont conduit la majorité de votre Commission à décerner à M. **Testut**, Chef des travaux anatomiques à la Faculté de Médecine de Nancy, un prix Montyon de *deux mille cinq cents francs.*

M. le D[r] Cadet de Gassicourt a adressé à l'Académie, pour prendre part au concours, son *Traité clinique des maladies de l'enfance*, qui comprend 3 volumes in-8 de 600 pages chacun et dans lequel se trouvent exposées les leçons qu'il a faites sur divers points de la pathologie infantile, à l'hôpital Trousseau, dans le cours des dernières années.

Cet Ouvrage, écrit dans une excellente langue et où l'auteur fait preuve à la fois d'un grand sens médical et d'une connaissance approfondie de tous les moyens nouveaux d'investigation, tant anatomo-pathologique que clinique, traite non pas de toutes les maladies qui peuvent survenir dans l'enfance, mais de celles-là, seulement, qui sont le plus fréquentes à cette époque de la vie et qui y prennent un caractère particulier.

Le mérite du travail n'est pas exclusivement dans la critique sincère et impartiale des opinions régnantes sur les questions qui y sont traitées, critiques faites toujours à la lumière d'observations personnelles nombreuses et recueillies avec la plus scrupuleuse exactitude; il est encore, pour une part, dans l'étude d'un certain nombre de faits pathologiques peu connus et pour la première fois mis convenablement en lumière; et, d'autre part, dans la révélation de faits du même ordre jusque-là complètement ignorés.

C'est principalement sur ce dernier côté de l'œuvre de M. Cadet de Gassicourt que votre rapporteur croit devoir appeler l'attention de l'Académie.

Dans la catégorie des affections pulmonaires, l'auteur s'attache à établir l'existence de la congestion pulmonaire aiguë simple, pour la première fois décrite par Woillez chez l'adulte et que la plupart des médecins continuent à considérer comme une forme abortive de la pneumonie lobaire aiguë. Il montre bien, pensons-nous, qu'il n'est pas possible d'admettre qu'une inflammation puisse rester toujours dans un « perpétuel devenir ».

La connaissance de cette hyperhémie aiguë, n'aboutissant jamais à l'inflammation, prend surtout une grande importance en clinique, lorsque l'affection est double ou encore lorsqu'elle se développe dans un des deux poumons, l'autre étant le siège d'une pneumonie lobaire véritable; dans ces cas, en effet, on peut à coup sûr pronostiquer, du moins chez l'enfant, une terminaison heureuse, et tout le monde connaît, par contre, la gravité extrême, dans ces mêmes circonstances, des véritables pneumonies doubles.

Cette même série d'études contient la première description clinique qui ait été faite de la forme pseudo-lobaire suraiguë de la broncho-pneumonie.

Toujours jusqu'ici cette forme avait été confondue avec la pneumonie lobaire proprement dite, et cette confusion s'explique facilement d'ailleurs lorsque l'on voit la pneumonie pseudo-lobaire revêtir la plupart des caractères cliniques de la péripneumonie : même début brusque, même élévation de la température, mêmes signes physiques, etc. L'anatomie pathologique vient seule, trop souvent, montrer la différence. La découverte de cette forme nouvelle a pour la théorie une importance incontestable, mais sa portée pratique n'est pas moins grande. On sait, en effet, quelle est, chez l'enfant, dans la règle, l'innocuité de la pneumonie franche lobaire. Or il importe, au premier chef, de bien connaître ces cas trompeurs, dans lesquels une affection qui, cliniquement, ressemble sur presque tous les points à la pneumonie lobaire, peut être cependant suivie de mort.

Chez l'adulte et chez le vieillard, dans les cas de lésions organiques du cœur, les phénomènes d'asystolie se montrent souvent indépendants de toute lésion du péricarde. M. Cadet de Gassicourt montre qu'il n'en est pas de même chez l'enfant. L'asystolie n'apparaît jamais chez lui que lorsque le péricarde est atteint. En d'autres termes, toutes les fois que les enfants succombent par le fait d'une affection cardiaque chronique acquise, on trouve à l'autopsie, non seulement une myocardite, mais encore une péricardite, le plus souvent avec adhérences plus ou moins étendues. Une conséquence pratique découle de ce fait important : c'est que la vie n'est pas directement menacée chez l'enfant atteint d'une affection organique du cœur, tant que le péricarde n'est point touché, quelle que soit d'ailleurs la gravité de l'endocardite; tandis que l'existence bien constatée, en pareil cas, d'une péricardite sèche, doit faire redouter une terminaison fatale dans un bref délai.

A coup sûr, M. Cadet de Gassicourt n'est pas le premier auteur qui ait considéré les rechutes de la fièvre typhoïde comme représentant une forme de la maladie dont l'évolution se ferait en deux ou trois actes; mais il a le mérite d'avoir montré clairement par quels liens cette forme de la dothiénentérie se rattache à la fièvre typhoïde prolongée. Les nombreux tracés thermométriques qu'il a recueillis et publiés prouvent surabondamment que des transitions insensibles rattachent la forme prolongée ordinaire aux formes récurrentes, et cette solution intéressante permet d'envisager l'histoire naturelle de la dothiénentérie sous un jour nouveau.

Une des études les plus originales que l'on rencontre dans cet Ouvrage est incontestablement celle qui concerne la diphthérie à forme prolongée.

La science ne possédait sur ce sujet que des observations éparses, sans cohésion; personne n'avait songé à les réunir en un faisceau. Aux observations anciennes M. le Dr Cadet de Gassicourt a ajouté ses observations personnelles et, s'appuyant sur ces documents suffisamment nombreux, il a, le premier, donné une description régulière de cette forme pathologique. Grâce à lui, la diphthérie prolongée vient prendre rang, en nosologie, à côté des formes anciennement décrites. L'auteur s'attache particulièrement dans sa description à établir qu'il s'agit bien là d'une variété de l'infection diphtéritique, et nullement, comme l'ont prétendu quelques médecins, à l'étranger, d'une affection pseudo-membraneuse purement inflammatoire et différant, à tous égards, de la diphthérie vraie; puis il étudie successivement la diphthérie prolongée sans croup et le croup prolongé. Les cas du dernier genre sont de beaucoup les plus intéressants dans la pratique; ils deviennent, en effet, la source d'indications particulières au point de vue de l'opération de la trachéotomie, en raison des difficultés spéciales que la production incessante des fausses membranes oppose à l'ablation définitive de la canule lorsque l'opération a été pratiquée.

Il est inutile, sans doute, de prolonger cet exposé; votre rapporteur croit en avoir dit assez pour mettre en relief les qualités d'observateur sagace et de chercheur dont M. Cadet de Gassicourt a fait preuve dans son livre et qui lui ont permis d'enrichir d'un certain nombre de faits, à la fois nouveaux et d'une réelle importance pratique, le domaine de la pathologie de l'enfance.

Ce sont là des titres que votre Commission a appréciés comme ils le méritent, et, en conséquence, elle a accordé à M. Cadet de Gassicourt un des prix Montyon de *deux mille cinq cents francs*.

On sait, depuis une vingtaine d'années surtout, que diverses altérations de la peau se produisent en conséquence de lésions primitivement développées, soit dans certaines parties du système nerveux central, soit dans les nerfs périphériques. Parmi les exemples de ce genre, on pourrait citer au premier rang le zona, les escarres à développement rapide qui s'observent dans certaines affections du cerveau ou de la moelle épinière, le mal perforant du pied dans la plupart des cas, les lésions très diverses du derme et de l'hypoderme qui se montrent parfois à la suite des lésions traumatiques des nerfs, etc., etc.

Dans une série de Mémoires originaux et d'articles d'histoire et de cri-

tique ([1]), M. le Dr **Henri Leloir** a repris la question et il l'a notablement élargie. Se fondant sur un nombre considérable d'observations cliniques et de recherches anatomo-pathologiques minutieuses, toujours conduites d'ailleurs suivant les règles de la technique la plus avancée, il a démontré l'existence de lésions parenchymateuses des nerfs cutanés, dans plusieurs cas d'affections de la peau, où elles n'avaient pas été soupçonnées avant lui. Telles sont certaines formes d'éruptions bulleuses et pemphygoïdes, certaines variétés d'ecthyma, d'ichthyose, de vitiligo, d'eczema, enfin diverses manifestations lépreuses.

Dans tous ces cas d'affections cutanées que les travaux de M. Leloir tendent à faire entrer dans le groupe des trophonévroses, ce n'est pas dans le système nerveux central, non plus que dans les troncs des nerfs périphériques qu'il faut chercher la lésion nerveuse primitive, mais bien dans les ramifications ultimes de ces nerfs au sein du derme et de l'hypoderme, et on la trouve là non seulement dans le lieu même où s'est produite l'affection de la peau, mais encore dans son voisinage immédiat.

Cette altération des dernières ramifications des nerfs, dans les maladies cutanées dont il s'agit, est certainement le fait le plus original, le plus inattendu que nous aient révélé les recherches de M. Leloir, mais la question qui se présente naturellement à l'esprit est celle-ci : La lésion nerveuse constatée dans les cas étudiés par M. Leloir est-elle bien, comme il l'affirme, le fait initial et pour ainsi dire le premier terme du processus morbide? En faveur de l'opinion qu'il soutient l'auteur invoque les arguments que voici : En premier lieu l'altération des nerfs du derme et de l'hypoderme qu'il a découverte n'est pas une lésion banale; elle n'appartient pas à l'état normal : cela est démontré, par l'examen qu'il a fait des extrémités périphériques des nerfs cutanés chez un grand nombre de sujets où la peau était saine. En second lieu, dans les cas d'affection cutanée où on l'a rencontrée, cette altération nerveuse, on l'a dit plus haut, n'existe pas seulement sur les régions désorganisées du tégument externe : on la trouve encore en dehors de ces régions, dans une zone limitrophe assez

---

([1]) *Contribution à l'étude des affections cutanées d'origine trophique* (*Arch. de Physiologie*, 1878). — *Recherches anatomiques et cliniques sur les altérations nerveuses observées dans certains cas de gangrène et dans la lèpre* (*ibid.*, 1881). — *Recherches cliniques et anatomiques, pathologiques sur les affections cutanées d'origine nerveuse* (thèse de Paris, 1881). — *Recherches sur les affections cutanées d'origine nerveuse* (*Revue des Sciences médicales*, 1882). — *Des affections cutanées d'origine nerveuse* (*Arch. de dermatologie*, 1882). — Article Trophonévroses du *Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques* (Paris, 1881).

étendue; on sait enfin depuis longtemps que les nerfs ont la propriété singulière de résister aux causes de destruction les plus puissantes en apparence et il suffira de rappeler, à titre d'exemple, qu'au milieu des tissus profondément désorganisés par la gangrène ils conservent longtemps l'intégrité de leur structure.

Tels sont les arguments invoqués par M. Leloir. On reconnaîtra que, s'ils ne sont pas absolument décisifs, ils sont tout au moins d'une grande valeur. L'expérimentation seule pourrait faire mieux. Malheureusement, pratiquée chez les animaux, elle ne rencontrerait peut-être pas, dans ce cas particulier, les conditions qui se trouvent réunies chez l'homme.

D'ailleurs, pour ne pas entrer dans le fond de la discussion, nous nous bornerons à faire ressortir que, guidé par une excellente méthode, M. Leloir a su introduire dans la science un certain nombre de faits nouveaux. Il n'est pas douteux, ajouterons-nous, que les matériaux de bon aloi qu'il a accumulés dans son travail contribueront à élucider la pathogénie, encore obscure sur bien des points, de ces affections, qu'on est convenu de désigner sous le nom collectif de *trophonévroses*, et qui occupent aujourd'hui une grande place en Pathologie. On ne saurait trop encourager, pensons-nous, les travaux de ce genre, qui intéressent presque au même degré la Physiologie et la Clinique, et c'est là une des principales considérations qui ont décidé votre Commission à accorder à M. **Leloir** un des prix Montyon de *deux mille cinq cents francs*.

MENTIONS HONORABLES.

Le mode de communication entre les extrémités des artères et les radicules des veines, bien qu'il ait été étudié par un grand nombre d'anatomistes, présentait, naguère encore, bien des incertitudes. La difficulté des injections veineuses, faites du cœur vers la périphérie, explique suffisamment comment nos connaissances, malgré les efforts de tant d'habiles anatomistes, restaient indécises sur ce point important de l'angéiologie.

Dans un travail manuscrit, accompagné de nombreuses Planches coloriées et portant le titre de *Recherches sur le système vasculaire*, M. **Bourceret** a essayé d'élucider ce mode de communication. Pour cela, il a imaginé un nouveau procédé d'injection. L'obstacle qui a empêché ses devanciers de réussir complètement consiste surtout dans la présence des valvules veineuses qui se redressent et opposent une barrière infranchissable à la matière injectée. M. Bourceret, bien que ses recherches aient

porté sur diverses régions du corps, s'est appliqué tout d'abord plus particulièrement à ce qui concerne la main. Pour pratiquer ses injections, il place la partie qu'il veut injecter dans de l'eau à 40° C., et, lorsqu'il juge que la température s'est élevée dans les régions profondes de cette partie à 37° ou 38° C., il injecte du suif par une artère de l'avant-bras, du suif non coloré. Cette matière passe facilement au travers des capillaires jusque dans les veines et redresse les valvules de ces derniers vaisseaux, en les accolant contre la paroi.

On peut alors, à la faveur des conditions nouvelles établies par la première injection, faire dans les veines, de l'avant-bras vers la main, ces parties étant maintenues à la même température, des injections de matières colorantes qui pénètrent, malgré la substance incolore injectée en premier lieu, jusque dans les capillaires. On pratique, sans la moindre difficulté, une injection d'une autre couleur dans les artères, et, lorsque les parties sont refroidies, on peut, par la dissection, mettre en évidence les artères, les veines et les capillaires de la main et des doigts.

Grâce à cet ingénieux procédé, dont M. Bourceret n'a pas voulu garder le secret, il a mis hors de doute ce fait, signalé récemment, que les artères collatérales des doigts n'ont pas de veines satellites, contrairement à ce qui a été décrit et même figuré par nombre d'anatomistes. Il a montré que les veines sont beaucoup plus développées à la face dorsale des doigts, où elles forment une véritable couche veineuse sous la peau, qu'à leur face palmaire, qu'elles ont un diamètre relativement considérable et qui ne varie pas depuis le milieu de la dernière phalange jusqu'à la première phalange.

La communication entre les veines et les artères se fait surtout dans la pulpe des doigts; elle a lieu au moyen de capillaires volumineux, pelotonnés, très courts. S'il n'y a pas de communications directes et constantes entre les veines et les artères au moyen de vaisseaux anastomotiques, la largeur des capillaires constitue cependant une disposition toute spéciale que l'auteur considère comme facilitant à un haut degré le passage du sang des vaisseaux artériels dans les vaisseaux veineux.

Ce mode de circulation serait le type, d'après M. Bourceret, de toutes les circulations locales périphériques : il l'a retrouvé, avec les mêmes caractères, dans le pied et dans la face.

Ces notions nouvelles ne sauraient être sans importance, soit pour la Physiologie, soit pour la Pathologie. C'est ce que l'auteur fait bien ressortir dans les considérations générales qui terminent son Mémoire.

Votre Commission a jugé que le travail de M. **Bourceret** était digne d'une mention honorable de *quinze cents francs*.

L'Ouvrage de M. le Dr **Servoles**, intitulé : *La fièvre typhoïde chez l'homme et le cheval*, se recommande par des qualités très sérieuses; c'est une étude clinique très remarquablement conduite de Pathologie comparée.

Après avoir tracé un tableau très fidèle de la fièvre typhoïde du cheval et avoir démontré qu'elle a un caractère propre qui la différencie de toutes les affections où, chez cet animal, l'état typhoïde peut se manifester, M. Servoles, avec la double compétence qu'il possède de vétérinaire et de médecin, s'est attaché à établir les rapports étroits de similitude qui existent entre la fièvre typhoïde de l'homme et celle du cheval.

Comme les symptômes et les lésions, les conditions étiologiques sont, des deux côtés, au moins fort analogues, et l'un des faits les plus intéressants mis en relief dans le livre de M. Servoles, c'est la contagion de la fièvre typhoïde du cheval. Il n'est pas sans intérêt de relever que cette contagion, établie sur des preuves cliniques déjà fort démonstratives par M. Servoles, a été, depuis la publication de son travail, confirmée par des preuves expérimentales, à savoir : par les résultats positifs d'inoculation faites au cheval avec les mucosités de matières excrémentitielles provenant de chevaux atteints de fièvre typhoïde.

Sur la question de décider si la fièvre typhoïde du cheval et celle de l'homme sont, au fond, des maladies identiques, M. le Dr Servoles se tient, quant à présent, dans une sage réserve. Des inoculations faites sur le cheval des produits de déjections provenant de l'homme atteint de fièvre typhoïde donneraient peut-être des résultats décisifs. Quoi qu'il en soit, les travaux de M. le Dr Servoles ont déjà incontestablement fait faire un grand pas vers la solution de la question dont il s'agit.

Votre Commission décerne à M. le Dr **Servoles** une mention honorable de *quinze cents francs*.

M. le Dr **Fonssagrives** a adressé, pour le concours du prix Montyon, la deuxième édition de son *Traité d'Hygiène navale*.

Ce livre comble une véritable lacune dans la série des ouvrages d'Hygiène professionnelle. Il a été adopté par plusieurs puissances étrangères, qui en ont ordonné la traduction et l'ont pris pour base de l'enseignement classique de l'Hygiène maritime dans leurs écoles de Médecine navale.

Il importe d'ajouter qu'un bon nombre de réformes qui avaient été réclamées par M. Fonssagrives dans la première édition de son livre sont passées maintenant dans la pratique et qu'il a ainsi puissamment contribué aux progrès réalisés depuis vingt ans dans l'hygiène de l'homme de mer.

La seconde édition, qui devait nécessairement s'inspirer des modifications profondes qu'a subies l'art nautique, constitue d'ailleurs, dans quelques-uns de ses Chapitres, un livre absolument nouveau et original.

Votre Commission a décerné à M. **Fonssagrives** une mention honorable de *quinze cents francs*.

CITATIONS.

Enfin la Commission a accordé des citations honorables aux auteurs des ouvrages énumérés ci-dessous :

M. **C.-L. Coutaret**. — *Vingt-cinq ans de chirurgie dans un hôpital de petite ville et à la campagne.*

M. **A. Bordier**. — *La Géographie médicale.*

M. **Fua**. — *Culture du maïs.*

M. **M. Hache**. — *Etude clinique sur les cystites.*

M. **J. Rambosson**. — *Phénomènes nerveux intellectuels et moraux, leur transmission par contagion.*

M. **Marc Sée**. — *Recherches sur l'anatomie et la physiologie du cœur.*

M. **E. Vidal**. — *De la dermatose de Kaposi.*

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Vulpian, Marey, Bert, Richet, Charcot ;
Gosselin, rapporteur.)

La Commission du prix Bréant a décidé qu'il n'y avait lieu de donner cette année ni prix, ni encouragement.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Vulpian, Richet, Charcot et Larrey; Gosselin, rapporteur.)

M. Tourneux, professeur à la Faculté de Médecine de Lille, a envoyé pour le prix Godard trois Mémoires consacrés à des recherches délicates d'anatomie embryonnaire et fœtale sur la formation initiale des organes génitaux.

Le premier, pour lequel il a eu comme collaborateur M. Legay, concerne le *développement de l'utérus et du vagin*. Confirmant l'opinion que ce développement se fait aux dépens des conduits de Muller, M. Tourneux arrive, après examen d'un grand nombre de pièces minutieusement préparées par lui-même, à déterminer, mieux qu'on ne l'avait fait avant lui, le point de fusion de ces conduits, l'époque d'apparition des épithéliums, la part que prennent ces derniers au développement en longueur et en volume du conduit vulvo-utérin, l'époque à laquelle se fait la distinction entre la couche muqueuse et la couche musculaire.

Le deuxième, intitulé : *Études sur les restes du corps de Wolff*, est une description basée encore sur de nombreuses préparations faites et confirmées par l'auteur. Si la plus grande partie du travail confirme les faits annoncés par ses prédécesseurs, M. Tourneux ajoute néanmoins quelques dispositions nouvelles qu'il a trouvées sur les conduits de Rosenmuller.

Le troisième a pour objet l'étude microscopique des cellules interstitielles du testicule. S'appuyant sur certaines réactions chimiques et notamment sur la coloration en jaune orangé sous l'influence du picrocarmin, coloration semblable à celle que l'on obtient pour les cellules initiales de l'ovaire et de la muqueuse utérine, M. Tourneux conclut à l'assimilation absolue, pendant la période embryonnaire, entre les cellules initiales du testicule et celles de l'ovaire, et propose pour les unes et les autres le nom de *cellules interstitielles*.

Sans doute ces sortes de recherches ne peuvent être, aujourd'hui, utilisées pour la Physiologie et la Pathologie, mais elles le seront peut-être un jour. En tout cas, elles dénotent un louable amour pour la recherche des vérités difficiles à trouver, une grande habileté de préparation et une remarquable persévérance dans le travail. C'est pour ces motifs que votre

Commission croit devoir attribuer le prix Godard pour 1884 à M. **Tourneux.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Vulpian, P. Bert, L. Gosselin, Ch. Robin; Richet, rapporteur.)

Parmi tous les candidats, la Commission en a distingué deux, qui ont plus particulièrement fixé son attention; ce sont MM. **Cadiat** et **Kowalevsky.**

Rapport sur les divers Ouvrages présentés par M. Cadiat.

M. le Dr **Cadiat** avait déjà présenté pour le même prix, en 1881, un Ouvrage en deux volumes, intitulé : *Traité d'Anatomie générale appliquée à la Médecine*. Un Rapport vous ayant déjà été fait sur ce Traité l'année dernière, je me bornerai à rappeler les faits principaux qui s'y trouvent consignés.

L'auteur s'occupe d'abord de l'embryogénie à laquelle il consacre près d'un tiers de son premier volume, soit environ 130 pages. Je signalerai surtout une nouvelle description de l'amnios et de la fente pleuropéritonéale et une description également originale de la formation de la portion céphalothoracique de l'embryon et des arcs branchiaux.

Dans le deuxième volume, M. Cadiat s'est attaché à démontrer le développement du système nerveux central et particulièrement du cerveau (p. 70 et suivantes). J'attirerai aussi l'attention sur le développement des organes génitaux internes (p. 292) et sur celui de l'ovaire, de l'ovule et de l'ovisac aux dépens d'un élément découvert par l'auteur, l'*ovoblaste*, sur lequel j'aurai à revenir, parce qu'il en a fait l'objet d'un travail spécial.

En résumé, le Traité d'Anatomie générale appliquée à la Médecine est un Ouvrage considérable, fruit d'une vie entière consacrée à l'étude et à l'enseignement de cette importante partie des Sciences anatomiques. Mais si M. Cadiat a dû traiter dans cet Ouvrage didactique toutes les questions d'Embryogénie et d'Anatomie générale sans exception, il importe de faire remarquer qu'il en est quelques-unes qu'il a étudiées d'une manière toute spéciale, dans des Mémoires originaux, et où il a fait alors des découvertes qui ont une véritable importance et marquent un progrès réel. Je signalerai d'a-

bord le Mémoire sur la formation chez l'embryon et chez l'adulte des vésicules de de Graaf, publié dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de Ch. Robin et G. Pouchet. Valdeyer avait émis l'hypothèse que l'ovule préexistait à l'ovaire, et qu'il se formait dès les premiers jours de l'incubation, au milieu des éléments de l'épithélium germinatif.

Cette idée, accueillie avec faveur par les histologistes allemands, particulièrement par Valentin et Pflüger, a été battue en brèche par M. Cadiat, qui a démontré que sur les embryons de poulet, au neuvième jour, on peut déjà apercevoir, dans la couche de l'épithélium germinatif, des éléments un peu plus volumineux que les autres, avec une paroi propre, épaisse relativement, plus un contenu granuleux et un ou deux nucléoles. Le diamètre de ces éléments est de 0,01 à peu près; l'auteur leur donne le nom d'*ovoblate,* parce que ce sont eux qui formeront à la fois et les vésicules de de Graaf et les ovules.

L'ovule ne préexiste donc pas à la vésicule de de Graaf ni à l'ovaire. De belles Planches accompagnent et complètent la démonstration.

M. Cadiat a également publié dans le même journal une étude sur le développement des fentes et arcs branchiaux chez l'embryon, qui a fixé la Science sur ce sujet difficile.

Profitant habilement, après de longues recherches sur l'embryon du poulet et l'embryon humain, d'une pièce anatomique sur un mouton venu à terme avec une monstruosité caractérisée par l'arrêt de développement des arcs branchiaux, de telle sorte que la deuxième fente branchiale était largement ouverte, il constata que sur la lèvre inférieure de cette fente, et aux dépens de la couche d'épithélium pavimenteux qui la tapisse, prenait naissance un conduit représentant la trachée et conduisant dans la cavité pleuro-péritonéale, où il se divisait et se subdivisait, formant ainsi les divisions bronchiques et le parenchyme pulmonaire.

C'est la démonstration de l'opinion soutenue par M. Robin contre les physiologistes allemands, à savoir, que c'est aux dépens de l'ectoderme que s'est formée cette muqueuse et que l'appareil respiratoire est entièrement indépendant du feuillet externe.

Cette démonstration du développement des fentes et arcs branchiaux a d'ailleurs porté la lumière sur plusieurs faits de pathologie externe restés jusque-là inexplicables, tels que la présence de kystes dermoïdes dans la profondeur des tissus et jusque sous la muqueuse buccopharyngienne, et enfin la persistance de certaines fistules mucosocutanées, prélaryngiennes congéniales.

Il faut encore signaler le Mémoire sur les rapports entre le développement du poumon et sa structure, dans lequel l'auteur, se plaçant à un point de vue tout nouveau, explique la structure du poumon en suivant la formation de chacune de ses parties (p. 994), bronches, lobes, lobules et utricules respiratoires ou alvéoles.

Enfin j'appellerai, en terminant, l'attention sur un Mémoire intitulé : *Du développement du canal de l'urèthre et des organes génitaux de l'embryon*, dans lequel l'auteur démontre que la prostate est un système glandulaire complètement indépendant du système des canaux éjaculateurs et des canaux prostatiques et que c'est une glande annexée à l'appareil génital et non à l'appareil urinaire, ainsi que le prétend Wirchow. Elle est donc l'analogue des glandes de l'urèthre et de la muqueuse uréthrale qu'on rencontre chez l'homme comme chez la femme.

De belles et nombreuses Planches sont annexées à tous les Mémoires.

Cet ensemble de travaux importants et remarquables, surtout au point de vue de l'Embryogénie, a vivement frappé la Commission; mais, avant de vous exposer les résolutions auxquelles elle s'est arrêtée, je dois vous faire connaître les travaux d'un autre concurrent, non moins méritant : je veux parler de M. **Kowalevski.**

Rapport sur les divers Ouvrages de M. le Dr Kowalevsky.

Les travaux de M. **Kowalevsky** comprennent une série importante de Mémoires d'Embryogénie portant sur divers groupes du règne animal jusqu'alors à peu près inexplorés.

Ces travaux, qui embrassent une période de dix-sept années, n'offrent pas tous le même intérêt; je dois donc analyser les plus importants.

L'un des premiers qui s'impose à l'attention est une étude complète du Balanoglossus, dans laquelle M. Kowalevsky décrit pour la première fois (1865) l'organisation de ce type curieux. Il signale plus particulièrement l'appareil respiratoire de ce Ver, jusqu'alors peu connu.

C'est de la même époque que datent ses Mémoires sur le développement des Holothuries et du Loxosoma.

L'embryogénie des Ascidies et des Vertébrés a, dès 1866, attiré l'attention de l'auteur. Il signale, chez les Ascidies simples, l'existence d'une corde dorsale reconnue chez les têtards d'Ascidies, et émet l'idée de leur parenté avec les Vertébrés.

Chez les Squales et l'Esturgeon, travail fait en commun avec Wagner,

l'auteur signale des faits importants qui ont permis plus tard à M. Balfour de raccorder d'une manière précise le développement holoblastique de l'Amphioxus au développement mésoblastique des autres Vertébrés, de manière à former une seule série continue.

Dans ses « Études embryologiques sur les Vers et les Arthropodes » (12 planches, 1871), M. Kowalevsky applique pour la première fois à l'étude des Invertébrés les méthodes des coupes en usage à cette époque seulement pour l'embryogénie des Vertébrés. Il étudie, en se plaçant spécialement au point de vue des feuillets embryonnaires, le développement d'un certain nombre de Vers et d'Insectes; il signale les ressemblances que présentent les phénomènes qu'il décrit avec ceux déjà connus depuis longtemps chez les Vertébrés; il montre qu'il n'y a en somme sous ce rapport, entre les Vertébrés et les Invertébrés, aucune différence essentielle, et finit par conclure à la possibilité de chercher à établir des homologies entre les feuillets embryonnaires des différents animaux.

Ses recherches portent sur la Sagitta, l'Euaxes et le Lombric pour les Vers.

Dans divers Mémoires sur les Cœlentérés, la plupart avec Planches, et dont le plus récent date de 1882, M. Kowalevsky a longuement étudié leur embryogénie. Son premier Mémoire sur ce sujet est entièrement consacré à l'embryogénie des nombreux types du groupe des Cténophores. Plus tard, il a réuni, dans un Mémoire spécial (1873), presque toutes ses recherches sur l'embryogénie du groupe. Enfin, récemment, il a publié, avec M. Marion, une Note complémentaire sur l'embryogénie des Alcyons.

Dans ses recherches sur les brachiopodes, le développement du système musculaire paraît surtout avoir attiré l'attention de l'auteur. C'est là un travail riche en documents complètement nouveaux et d'une réelle valeur. Tous les stades qu'il indique sont suivis pas à pas, étudiés avec un grand luxe de détails et dessinés de même. Les figures indiquent une ressemblance frappante avec les larves d'Annélides, surtout celles des Serpules, avec quelques stades desquelles elles sont identiques.

Quelle que soit l'opinion que l'on adopte à l'égard de la parenté si discutée dans ces dernières années entre les Annélides et les Brachiopodes, il est certain que le travail de M. Kowalevsky apporte en faveur de cette idée les preuves les plus sérieuses qui aient jamais été produites. Les faits signalés par lui et les belles figures qui accompagnent son Mémoire constituent des acquisitions dont la valeur et la signification subsisteront dans tous les cas.

Indépendamment de ces recherches générales sur l'Embryogénie, M. Kowalevsky a publié plusieurs Mémoires de moindre importance : 1° une étude sur la Phoronis, qui, comme le Balanoglossus, offre un exemple de type aberrant, sur lequel on ne possédait pas de renseignements avant la description qu'il en a donnée; 2° un autre Mémoire sur le développement des œufs du Sternaspis.

On lui doit la découverte d'un Cténophore plat habitant la mer Rouge, et dont l'aspect général rappelle une Planaire.

Ce fait emprunte un nouvel intérêt au beau Mémoire que M. Sélenka a fait au laboratoire de Concarneau sur le développement des Planaires, et où ont été signalés aussi certains points de ressemblance avec le développement des Cœlentérés.

En résumé, de tous les embryologistes de l'époque actuelle, M. Kowalevsky est certainement l'un des plus méritants. Il a contribué à l'avancement de la Science; ses travaux, qui offrent un grand caractère de précision et d'ingéniosité, ont porté sur un grand nombre de sujets, et particulièrement sur l'Embryogénie comparée, et plusieurs de ses Mémoires ont eu un grand retentissement.

Il a eu le mérite de transporter le premier à l'étude des Invertébrés la méthode des coupes, et les procédés précis adoptés avant lui, mais appliqués seulement à l'étude des Vertébrés; et c'est grâce à cette nouvelle méthode qu'entre ses mains l'étude de l'embryogénie des animaux inférieurs est entrée dans la voie brillante qu'elle parcourt aujourd'hui avec éclat.

Votre Commission, en présence des titres considérables de ces deux candidats méritants, qui pèsent d'un poids égal dans la balance, partage entre eux par moitié le prix Serres.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Gosselin, Charcot, Vulpian, Richet; Paul Bert, rapporteur.)

M. **Brown-Séquard** a soumis au jugement de l'Académie, pour le concours du prix Lallemand, la série de ses travaux sur l'*inhibition* et la *dyna-*

mogénie. L'importance de ses recherches est tellement connue dans le monde savant que votre Commission aurait pu justifier le prix qu'elle accorde à M. Brown-Séquard par l'énoncé seul des Mémoires présentés et par le renom de leur auteur; mais elle a dû obéir à l'usage en vous soumettant le Rapport suivant.

On savait depuis plusieurs années, grâce aux travaux des frères Weber, de Cl. Bernard, de Pflüger et d'autres physiologistes, que l'excitation de certains nerfs a pour conséquence l'arrêt de certains mouvements, la suspension de certaines activités. Par exemple, l'excitation du bout périphérique du nerf pneumogastrique suspend les battements du cœur, celle de son bout central arrête les mouvements respiratoires, etc. Et ces phénomènes d'*arrêt*, comme on les appelle, peuvent être obtenus tantôt par l'excitation directe des nerfs, tantôt par la mise en jeu de l'activité réflexe des centres nerveux.

M. Brown-Séquard a beaucoup étendu nos connaissances dans le domaine de ces faits, qu'il a désignés sous le nom général d'*inhibition*. L'activité des centres nerveux, des nerfs, des tissus contractiles à l'état normal comme à l'état pathologique, les phénomènes chimiques de la nutrition, peuvent être *inhibés*, c'est-à-dire suspendus et en apparence annihilés.

Ainsi, pour prendre des exemples parmi les faits découverts par M. Brown-Séquard lui-même, un fort courant d'acide carbonique, dirigé sur le larynx, arrête la respiration et supprime la sensibilité générale, inhibées par l'excitation des nerfs laryngés supérieurs. Ainsi, la piqûre d'un cordon postérieur de la moelle épinière, à la région dorso-lombaire, anesthésie le membre postérieur du côté opposé. Ainsi, les convulsions de l'attaque d'épilepsie spinale sont inhibées par le tiraillement du gros orteil. Ainsi, diverses lésions des centres nerveux et certaines excitations périphériques, comme l'application du chloroforme sur la peau, inhibent les échanges nutritifs à ce point que le sang reste rouge dans les veines.

En opposition avec ces faits, d'arrêt, de suspension momentanée ou définitive d'une activité, M. Brown-Séquard place les faits d'augmentation d'activité, qu'il désigne sous le nom de *dynamogénie*.

Comme l'inhibition, la dynamogénie existe pour les propriétés normales ou morbides des nerfs et des muscles, et peut être mise en jeu par voie directe ou par voie réflexe.

Ces deux ordres de phénomènes coïncident souvent chez le même animal, ou chez le même malade, à la suite d'une certaine lésion, mais, bien entendu, dans des régions différentes du corps.

Ainsi, la section de la moitié droite de la moelle épinière exagérera l'excitabilité de la partie droite de la moelle située au-dessus de la section (dynamogénie) et diminuera l'excitabilité de la partie gauche (inhibition). De même, l'irritation d'un point de la peau par le chloroforme détermine ici l'augmentation, là la diminution des activités nerveuses et musculaires.

M. Brown-Séquard a poursuivi l'étude de ces deux ordres de phénomènes, non seulement par des expériences de vivisection, mais par l'analyse des faits pathologiques et particuliers de ces états morbides singuliers, désignés sous le nom général d'*hypnotisme*. Ajoutons que l'interprétation qu'il donne de ses observations l'amène à combattre avec une grande ardeur la théorie, aujourd'hui admise par presque tous les physiologistes, de l'existence de centres moteurs à la surface des hémisphères cérébraux.

Au cours de ses recherches, M. Brown-Séquard a découvert d'admirables faits de détail dans le domaine de l'expérimentation ou de l'observation pure. Ces découvertes, à elles seules, lui mériteraient l'attribution du prix Lallemand; mais elle est encore plus justifiée par la synthèse qu'il a su faire de ces faits et qui ajoute deux nouveaux chapitres à l'histoire des propriétés et des fonctions du système nerveux.

Une mention honorable est accordée à M. le D[r] Nicaise, agrégé de la Faculté, chirurgien des hôpitaux de Paris, pour le travail qu'il a publié dans l'Encyclopédie internationale de Chirurgie sur les *Maladies chirurgicales des nerfs*.

Cet article comprend un exposé complet de l'état actuel de la Science sur cet important sujet. Ce n'est point une simple compilation; l'auteur y rapporte un certain nombre d'expériences et d'observations cliniques personnelles. Nous signalerons particulièrement les études sur la compression et la distension des nerfs, sur la névrite, les tumeurs des nerfs.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Charcot, Marey ;
Paul Bert, rapporteur.)

Les recherches de MM. **Jolyet** et **Laffont** *sur les nerfs vaso-dilatateurs et sur les nerfs sécrétoires contenus dans les diverses branches de la cinquième paire* ont attiré particulièrement l'attention de votre Commission.

Les expériences de Cl. Bernard ont montré, dès 1858, que l'excitation du nerf connu sous le nom de *corde du tympan* détermine, dans les vaisseaux des glandes sous-maxillaire et sub-linguale, une dilatation avec un écoulement plus rapide du sang veineux, qui devient rouge. A la découverte des nerfs vaso-constricteurs, Claude Bernard ajoutait ainsi celle des nerfs vaso-dilatateurs.

Plus tard, M. Lépine chez la Grenouille, puis M. Vulpian chez les Mammifères, trouvèrent dans le nerf glossopharyngien des nerfs vaso-dilatateurs de la langue, et notre savant Confrère montra que l'excitation de la corde du tympan fait rougir la muqueuse linguale en en dilatant les vaisseaux.

Les recherches de MM. Jolyet et Laffont étendent à des filets nerveux contenus dans le nerf maxillaire supérieur et dans d'autres branches du trijumeau la fonction vaso-dilatatrice. Elles tendent par conséquent à faire supposer que les phénomènes vaso-dilatateurs ne sont pas des cas particuliers de certaines régions limitées du corps; supposition corroborée par les études sur les vaso-dilatateurs des membres, et démontrée par le beau et récent travail de MM. Dastre et Morat.

En outre, l'examen des modifications de la pression sanguine intra-vasculaire, pendant l'excitation des nerfs dilatateurs, a permis d'écarter quelques hypothèses émises sur le mode d'action de ces nerfs.

Dès le début de l'excitation, comme l'ont montré MM. Jolyet et Laffont, la pression sanguine diminue dans les artères et augmente dans les veines. On ne peut donc plus chercher à expliquer la dilatation des capillaires et des artérioles par une constriction des veinules, car celle-ci devrait augmenter la pression artérielle. De plus, la baisse de cette pression est

primitive et suit immédiatement l'excitation nerveuse, ce qui prouve bien qu'il n'y a pas là un phénomène de relâchement par suite d'épuisement.

Ces recherches sont d'une grande délicatesse et présentent des difficultés expérimentales considérables. En même temps, elles touchent à des questions de Physiologie générale de la plus haute importance. La Commission accorde à leurs auteurs le prix de Physiologie expérimentale.

M. le Dr **Bloch** a repris par une méthode nouvelle extrêmement ingénieuse et précise les recherches sur la *vitesse du courant nerveux sensitif de l'homme*. Il arrive à un chiffre notablement plus élevé que ceux qui ont cours dans la science, celui de 132^m par seconde.

Étudiant ensuite la *vitesse relative des transmissions visuelles, auditives et tactiles*, il arrive à cette conclusion intéressante : De ces trois sensations, la vision est la plus rapide. Puis vient l'audition, dont la transmission dure $\frac{1}{72}$ de seconde de plus que la transmission visuelle; enfin le toucher, sur la main, dont la transmission dure $\frac{1}{21}$ de seconde de plus que la transmission visuelle.

Une mention honorable est accordée à M. **Léon Frédéricq**, professeur à l'Université de Liège, qui nous a adressé plusieurs Mémoires.

Le plus important, qui a pour titre *Sur la régulation de la température chez les animaux à sang chaud*, a déjà été couronné par l'Académie royale de Belgique en 1882. L'auteur y établit que la lutte contre le chaud et la lutte contre le froid s'opèrent par des mécanismes nerveux. Le froid met en jeu par voie réflexe l'activité des centres nerveux, que sollicite l'excitation des nerfs sensibles de la peau. La chaleur, au contraire, agit directement sur les centres nerveux, impressionnés par l'excès de la production de chaleur interne.

Dans un second Mémoire, M. L. Frédéricq étudie les *oscillations respiratoires de la pression artérielle chez le chien*. Il montre que, si la pression augmente pendant l'inspiration, à l'inverse de ce que devrait produire le vide thoracique, cela tient à l'accélération considérable des pulsations cardiaques.

Notons encore deux autres travaux, l'un sur l'étude de la *fièvre chez le chien et le lapin*, l'autre sur les *amputations dites volontaires* de certains animaux inférieurs, et qui seraient un acte purement réflexe.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, A. Gaudry ;
Fouqué et Perrier rapporteurs).

Le sujet mis au concours pour l'obtention du prix Gay en 1884 était le suivant :

« *Montrer par des faits précis comment les caractères topographiques du re-*
» *lief du sol sont une conséquence de sa constitution géologique, ainsi que des*
» *actions qu'il a subies. Directions que l'on peut discerner dans les traits généraux*
» *du modèle. Prendre de préférence les exemples en France.* »

Votre Commission n'a eu que deux Mémoires à examiner. Le premier, dû à M. le capitaine **H. Berthaut**, breveté d'état-major, actuellement en mission au Japon, et le second à M. **Jules Girard**.

Le Mémoire de M. le capitaine Berthaut a été rédigé par l'auteur dans le but de bien définir, pour les officiers de l'armée, les caractères topographiques des divers terrains qui composent l'écorce solide du globe, soit qu'on étudie les grandes lignes géographiques du relief terrestre, soit qu'on étudie les formes locales dans des régions restreintes.

Deux exemples bien choisis, le Jura et le Kars autrichien, lui permettent de mettre en évidence l'utilité des considérations géologiques dans les études géographiques d'ensemble.

Une partie importante du Mémoire est consacrée à l'étude des dislocations du sol et de leurs effets topographiques, c'est-à-dire aux actions dynamiques : soulèvements, affaissements, failles, ruptures, pressions, réactions, éruptions, etc. M. Berthaut expose et discute les théories, géométriques ou dynamiques, de ces phénomènes et en étudie avec détail les manifestations dans des régions bien choisies; pour les volcans, dans les régions du Vésuve, de l'Etna, du Puy, de l'Auvergne; pour les soulèvements et les failles, dans le Jura, les Alpes, les Pyrénées et la Côte-d'Or, dans plusieurs parties de la France.

La seconde partie du Mémoire est consacrée à l'étude des actions mé-

caniques ou modifications éprouvées par la surface du sol, sous l'action des agents extérieurs qui tendent à altérer les reliefs, tels que courants diluviens, torrents, rivières, glaciers actuels ou de la période glaciaire; M. Berthaut expose les lois de l'érosion et de l'alluvionnement. Un chapitre spécial est employé à décrire les appareils littoraux : estuaires, deltas, dunes, falaises, cordons littoraux. Des exemples nombreux sont pris dans les Alpes, les Pyrénées, les Vosges, le Plateau central, les côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée.

Après avoir ainsi étudié les actions dynamiques et mécaniques, abstraction faite de la nature des terrains sur lesquels ces actions s'exercent, M. Berthaut insiste, dans la dernière partie de son Mémoire, sur les différences qui se produisent dans les effets, suivant la nature du sol. C'est là la partie la plus intéressante de son travail, celle qui paraît le mieux répondre à la question posée.

Dans cette étude, M. Berthaut divise d'abord les terrains en deux grandes catégories, sous le rapport de la perméabilité dont il établit l'influence au point de vue des cours d'eau, des cultures et des nappes souterraines, etc., dans le terrain compris entre la haute Seine et la haute Marne.

Il montre ensuite quelles sont les formes des roches éruptives dans les Monts Dore, le Cantal, les chaînes du Vivarais et du Velay, l'Eifel, le Vogelsberg;

Celles des roches cristallines dans le Morvan, le Plateau central, les Vosges, les Alpes, les Pyrénées;

Celles des terrains schisteux en Bretagne, dans les Ardennes, les Pyrénées;

Celles des roches quartzeuses arénacées dans les Vosges, l'Argonne, la Normandie, les Landes, les Alpes (schistes argilo-calcaires);

Celles des terrains calcaires, dans le bassin de la Seine, dans les Causses, dans la Champagne;

Celles des terrains argileux, dans les Dombes et la Sologne.

Chacun des Chapitres de cette partie du Mémoire contient des considérations très intéressantes et d'une utilité pratique incontestable sur l'importance de l'étude de ces divers terrains au point de vue militaire, pour les marches, les campements, les approvisionnements, l'hygiène des troupes. A ce point de vue, le travail de M. Berthaut s'illumine d'aperçus fort élevés et dénote un patriotisme éclairé, auquel nous nous plaisons à rendre hommage.

Le Mémoire contient 80 planches et 382 figures, extraites de la Carte topographique de l'État-Major, ou coupes de terrains, mises à l'appui de chacun des exemples cités, apportant ainsi la preuve en face du fait et jetant une grande clarté sur ces questions complexes.

Votre Commission eût sans doute préféré que l'auteur se bornât à étudier à fond une région déterminée de la France, au lieu d'éparpiller ses exemples sur une surface trop étendue.

Peut-être aussi peut-on faire au travail de M. Berthaut le reproche de ressembler à une savante compilation et de ne présenter que peu d'aperçus nouveaux, d'investigations originales.

Mais le Mémoire, tel qu'il est, constitue une œuvre considérable, il témoigne si hautement d'un savoir étendu et d'une connaissance très approfondie des phénomènes géologiques anciens et modernes, il contient des faits si bien groupés et où le topographe habile se révèle à chaque page; enfin, il montre si clairement aux jeunes officiers de notre armée la voie qu'ils doivent suivre pour étudier la corrélation des formes et de la constitution géologique du sol et rendre ainsi plus féconds leurs travaux topographiques, que votre Commission n'hésite pas à décerner à M. le capitaine **Berthaut** le prix Gay pour l'année 1884.

M. **Girard** passe successivement en revue les principales régions françaises, étudiant dans chacune d'elles les relations qui existent entre la configuration du sol et sa structure géologique.

Il est ainsi amené à s'occuper des régions formées de roches éruptives anciennes, de celles qui sont occupées par des roches schisteuses cristallines, micaschistes et gneiss, des districts couverts de produits volcaniques et enfin de ceux qui appartiennent à telle ou telle partie de la série des terrains sédimentaires. Les documents sur lesquels il s'appuie sont empruntés aux Mémoires les plus exacts et les plus récents sur chaque question et attestent chez l'auteur une très grande érudition.

Les descriptions sont accompagnées de Cartes partielles, sur lesquelles sont indiquées les particularités géologiques signalées dans le Mémoire.

La partie vraiment originale de ce travail contient une étude détaillée des failles et diaclases qui s'observent dans le département de l'Oise. L'orientation de ces diverses cassures est examinée comparativement avec la disposition des couches sédimentaires qui constituent le sol et aussi en vérifiant l'accord qui existe entre les particularités qu'elles présentent et celles que fait prévoir le résultat des expériences de M. Daubrée.

Le peu de développement de ces cassures diverses enlève malheureusement aux conclusions de l'auteur une partie de l'autorité qu'elles auraient eue, si les accidents géologiques observés avaient été plus importants.

Dans ces conditions, la Commission pense qu'il y a lieu de récompenser dans une certaine mesure les efforts de l'auteur pour résoudre la question et propose de lui accorder un encouragement de *cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot, Pasteur, Bouley; Schlœsing, rapporteur).

Parmi les documents soumis à son examen, la Commission du prix des Arts insalubres a distingué un Mémoire présenté par M. Marsaut, ingénieur en chef de la Compagnie houillère de Bessèges et intitulé : *Etude sur la lampe de sûreté des mineurs, lampe Marsaut.*

La lampe Davy a été l'objet d'études sans nombre et a subi une foule de modifications; on compte au moins une centaine de lampes dont la plupart ne diffèrent que par des détails secondaires. L'une des plus appréciées, en raison de la sécurité qu'elle procure, est la lampe Mueseler, imposée en Belgique par l'administration et très répandue en d'autres pays. Mais elle a le défaut de s'éteindre quand on l'incline. M. Marsaut l'a corrigée de ce défaut, en 1871, en supprimant un diaphragme intérieur; il lui donna en plus une cuirasse pour annuler toute propagation de la flamme à l'extérieur, lorsque la lampe est exposée à un courant de gaz grisouteux de sens quelconque.

Ainsi modifiée, la lampe Mueseler fut soumise en 1881 à l'examen de la Commission française du grisou, présidée par M. Daubrée : elle supporta bien les épreuves; son auteur, félicité et encouragé, entreprit dès lors de nouvelles recherches en vue de la perfectionner. Il découvrit bientôt un

fait nouveau, très important : c'est que beaucoup de lampes, paraissant d'ailleurs construites dans de bonnes conditions, peuvent déterminer l'explosion d'un mélange détonant, lorsque, après avoir été élevées dans une couche grisouteuse, elles sont abaissées dans la couche d'air immédiatement voisine : or, ce double mouvement est précisément le moyen ordinaire de reconnaître l'état de l'atmosphère. Jusque-là on ne se méfiait que des courants de mélanges grisouteux qui frappent une lampe, y pénètrent et s'enflamment. M. Marsaut a le mérite d'avoir signalé un danger encore inconnu, celui de l'inflammation par une lampe d'un mélange détonant stagnant. Il est vrai que les expériences démontrant la possibilité d'un pareil accident ont été faites avec des mélanges explosibles de gaz d'éclairage et d'air, rendus plus inflammables, plus dangereux que les mélanges grisouteux, par la présence de l'hydrogène libre : aussi, telle lampe qui offre quelque danger dans le premier mélange peut-elle présenter toute sécurité dans le second. Toujours est-il que la lampe qui a résisté à toutes les épreuves dans le gaz d'éclairage est encore plus sûre que celle qui a eu des défaillances : or, ce que l'on cherche en pareille matière, c'est le maximum de sécurité.

Nous ne pouvons suivre M. Marsaut dans les recherches instituées par lui : nous dirons seulement que, par des milliers d'expériences exécutées avec des lampes de toutes sortes, il est arrivé, dans l'analyse de phénomènes corrélatifs très complexes, à des résultats très intéressants pour les mineurs quant à la construction et à l'usage des lampes.

Au cours de ses travaux, M. Marsaut a fait construire une lampe assez semblable à la Mueseler par ses dimensions, mais fort différente par l'ensemble des dispositions. Elle ne s'éteint pas quand on l'incline, elle n'allume les mélanges explosifs ni au repos, ni en mouvement. Elle a été adoptée dans un assez grand nombre d'exploitations françaises; il y en a de deux à trois mille en service en Angleterre.

En définitive, les travaux de M. Marsaut marquent des progrès réels dans une question difficile et importante : la lampe qu'il a inventée est appréciée des mineurs et se répand dans les mines. M. **Marsaut** remplit donc les conditions voulues pour l'obtention d'un encouragement. La Commission propose de lui accorder à ce titre une somme de *quinze cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bertrand, Tresca, Phillips, Lévy, Jamin; Mascart, rapporteur).

M. de Tastes a publié dans divers recueils scientifiques et dans les *Comptes rendus* de l'Académie un grand nombre de travaux relatifs pour la plupart à des questions de Météorologie. Il est un des premiers qui aient énoncé des vues générales sur la circulation des vents dans notre hémisphère et il a expliqué plus spécialement le régime de l'Europe par une idée ingénieuse qui lui est personnelle. Dès 1870, M. de Tastes rattachait les vents de la région du sud-ouest, dominants dans l'ouest de l'Europe, et les vents du nord qui soufflent habituellement dans la Russie méridionale, la Turquie d'Europe et l'Asie Mineure, à la circulation d'un grand courant aérien, qui, porté et poussé dans la direction du Gulf-stream, pénétrerait très en avant dans le continent, apporterait sur les côtes européennes les pluies et les douces températures auxquelles elles doivent leur climat, et qui ensuite, débarrassé de son humidité et de sa chaleur dans son excursion vers le nord, reviendrait sous forme de vent froid et sec se rejoindre, en terminant sa course, au courant des alizés.

La notion de ces deux courants d'aller et de retour jouait un grand rôle dans les théories météorologistes du commencement du siècle et formait pour ainsi dire le fond des idées de Dove en 1860. C'est à la juxtaposition, à la succession et au frottement de ces deux masses d'air animées de vitesses opposées que l'on attribuait les changements de vent et les bourrasques de nos régions. Pour M. de Tastes, ces deux courants ne sont plus juxtaposés, ils renferment dans l'anse qu'ils décrivent un grand îlot aérien, analogue à la mer des Sargasses entourée de même par le Gulf-stream. L'air de cet îlot est relativement calme : la vapeur d'eau y est moins abondante et moins renouvelée que dans le courant d'aller qui vient des mers chaudes, moins rare que dans le courant de retour qui vient des pays froids. Les caractères météorologiques de cet îlot sont donc très différents de ceux des courants qui le circonscrivent et le limitent par leur rive droite.

La conception générale de M. de Tastes ne se borne pas là. La rive gauche de ces mêmes courants côtoie, suivant lui, une grande banquise aérienne allongée, dont le milieu étranglé est assis sur le pôle, et qui envoie sur les deux continents asiatique et américain deux larges expansions dont les

parties centrales sont les pôles de froid; l'étranglement de cette banquise serait due aux courants d'eau chaude des deux mers opposées, le Gulf-stream et le Kuro-siwo. C'est par la succession sur une même région des deux courants d'aller et de retour, de l'îlot qu'ils entourent, de la banquise aérienne qu'ils côtoient, que M. de Tastes explique les variations atmosphériques journalières, et surtout les variations dans le caractère des saisons et des années.

Cette sorte de géographie atmosphérique a pour caractère propre que les modifications qui s'y produisent exigent le déplacement simultané de grandes masses d'air, et ne se font par suite qu'avec une certaine lenteur; mais la carte de l'atmosphère se modifie quelquefois très vite, et M. de Tastes a dû lui-même, après une étude plus complète, renoncer à quelques-unes des idées qu'il avait émises à l'origine sur la netteté des contours du fleuve aérien. Il arrive souvent, en effet, que l'îlot central est submergé, divisé en deux tronçons par un courant dérivé du courant principal qui prend de bonne heure la direction du sud en se déversant par-dessus l'obstacle. Toutes réserves faites sur la valeur scientifique de cette théorie, il n'en reste pas moins une conception intéressante, vraie dans ses traits généraux et dont M. de Tastes a souvent tiré un heureux parti, par exemple dans les prévisions qu'il a émises au sujet des hivers de 1870 et de 1874, et dans son explication du verglas du 22 janvier 1879.

Depuis de longues années, M. **de Tastes** consacre ainsi ses rares loisirs de la manière la plus désintéressée à l'étude d'une science dont l'utilité pratique est de première importance, mais qui ne passe pas pour avoir fait souvent la fortune de ses adeptes. La Commission, en lui décernant le prix Trémont, est heureuse de pouvoir donner ce témoignage d'estime à un savant distingué et modeste, dont la carrière a été singulièrement entravée par une infirmité croissante qui le condamne aujourd'hui à une immobilité presque absolue.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX GEGNER.

Commissaires : MM. Bertrand, Jamin, Pasteur, H. Milne-Edwards; Hermite, rapporteur.

L'Académie a décidé en 1876 la publication, sous ses auspices, d'une édition complète des travaux de Cauchy, comprenant, avec ses divers

Ouvrages et Mémoires, tous les articles dont il a enrichi les *Comptes rendus* pendant plus de vingt années. Elle a confié aux membres de la Section de Géométrie cette œuvre importante, en leur donnant pour auxiliaire M. **Valson**, alors professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, qu'un Ouvrage sur la vie et les travaux de Cauchy désignait à remplir ce rôle ([1]). Le culte de l'auteur pour tout ce qui touche au grand géomètre était en effet la garantie du zèle et de la conscience qu'il apporte à la tâche difficile de corriger les épreuves et de revoir tous les calculs. Les deux premiers volumes maintenant parus des OEuvres de Cauchy ont reçu du monde mathématique un accueil qui montre à quel point cette confiance a été justifiée. La Commission décerne le prix Gegner à M. **Valson**, comme récompense de son dévouement à remplir la mission qu'il a reçue de l'Académie. Elle a voulu en même temps honorer d'excellents travaux d'Analyse mathématique et de Physique du savant professeur, qui montrent un égal talent dans ces deux Sciences, et dont voici l'indication succincte : huit Mémoires se rapportant à la Mécanique céleste, à la Capillarité et à la Physique moléculaire ; seize Mémoires de Physique, dont l'un concerne les indices de réfraction et leurs modules, les autres publiés en collaboration avec notre regretté Correspondant, *A. Favre*, ayant pour objet la dissociation cristalline, et différentes questions de Physique moléculaire.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. A.-Milne Edwards, Jurien de la Gravière, d'Abbadie, de Lesseps; Bouquet de la Grye, rapporteur.)

M. le Dr **Neis**, médecin de 1re classe de la marine, que la Commission vient de juger digne du prix Delalande-Guérineau, mérite cette récompense par un ensemble remarquable d'explorations en Indo-Chine.

En 1880, dans un premier voyage d'essai, il visitait les sauvages Moïs de la province de Baria (Cochinchine) et rapportait de cette première excursion des croquis de la vallée de Son-Ray, des documents sur les populations clairsemées de cette contrée, et surtout un vif désir de combler les

---

([1]) M. Collet, professeur à la même Faculté, a été ensuite adjoint à M. Valson, dont il est depuis plusieurs années le collaborateur aussi zélé qu'intelligent.

lacunes existant sur les Cartes dans le voisinage même de nos possessions.

Un second voyage, dans lequel il fit 400^{km} à pied et autant en pirogue, en suivant la frontière est de notre possession, le conduisit jusqu'aux rapides du Don-Naï, fleuve principal de la Cochinchine orientale.

Le Gouverneur de la Cochinchine, M. de Villers, encouragé par les heureux résultats de ces deux explorations, voyant que, grâce à la sagesse du voyageur, des relations amicales avaient partout remplacé des antipathies suscitées par les gens de l'Annam, n'hésita pas à lui confier la conduite d'une mission plus importante.

Il s'agissait cette fois de reconnaître le cours du Don-Naï au-dessus des rapides de Culao-Tho, visités déjà par le Docteur, et de rechercher les sources de ce fleuve.

Ce troisième voyage, qui se fit avec le concours du lieutenant d'infanterie de marine Septans, produisit des résultats très heureux. La marche des voyageurs se fit au milieu de populations avec lesquelles tout conflit put être évité et il fut reconnu que les eaux du Don-Naï provenaient de deux affluents principaux, le Da-Guing, prenant sa source près de Diom, et un second qui vient d'un massif montagneux situé bien plus au nord, le Nui-Lang-Bian.

Le Dr Neis, à peine remis des fatigues de ce voyage et des fièvres des bois que l'on contracte presque fatalement dans les bivouacs de nuit, fut désigné sur sa demande pour aller reconnaître les affluents du Mekong qui n'avaient point été relevés par la mission du commandant Doudart de Lagrée. Il lui était recommandé, une fois arrivé à Luang-Prabang, d'y séjourner un certain temps, puis, s'il était possible, de revenir par le Tonkin.

Ce nouveau voyage, commencé le 12 décembre 1882, se termina le 4 juin 1884; M. Neis avait cette fois parcouru 5000^{km}. Nous lui devons une description du cours du Nam-Shan qu'il remonta jusqu'au centre du plateau des Phoueuns. Là il fut arrêté par une invasion des Hos, bandes chinoises irrégulières qui refoulent devant elles les habitants du pays.

Plus tard il remontait le Nam-Kan et le Nam-Ou, dont il dessinait le cours sur plus de 300^{km}, en allant cette fois encore jusqu'aux avant-gardes des Hos qui pillaient et brûlaient les villages des indigènes.

Cette prise de possession par les Chinois de la rive gauche du Mekong est un fait politique des plus importants, en ce sens qu'il impose notre alliance au roi de Siam, comme le seul moyen de sauvegarder une portion très étendue de son vaste empire. Les relations laissées par M. Neis à la

cour du roi de Luang-Prabang ne seront point sans influence sur la conduite ultérieure de la politique de ces pays.

Le retour du Docteur s'effectua par Xieng-Mai et Bangkok, c'est-à-dire par une voie encore peu connue; il visita ensuite Battabang, la plaine des Saphirs et Angkor.

M. **Neis** a rapporté de ce voyage des collections qu'il a données au Jardin des Plantes et au musée du Trocadéro, et des tracés de route qu'il est en train de rédiger.

Ce que la Commission croit devoir noter, ce n'est point seulement le courage qu'il a montré dans des pérégrinations accomplies avec des subventions modestes, mais un ensemble de qualités qui doivent le placer au nombre de nos meilleurs voyageurs.

Aussi lui décerne-t-elle à l'unanimité le prix fondé par M. Delalande-Guérineau.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX PONTI.

Commissaires : MM. Milne-Edwards, Bertrand, Jamin, Fremy; Chevreul, rapporteur.)

La Commission du prix Ponti le décerne, à l'unanimité, à M. **Joseph Boussingault**, le fils de notre éminent collègue. Pour apprécier l'œuvre que nous couronnons, il ne faut pas oublier que l'auteur était préparé à la traiter par des recherches remontant à une dizaine d'années sur les êtres vivants et que, grâce à elles, on leur doit les conclusions suivantes, précises à la fois en étendue comme en profondeur, et dès lors en généralité.

Rappelons qu'en 1858 M. Pasteur démontra un fait qui n'avait jamais été soupçonné avant lui : c'est que dans la fermentation alcoolique du sucre ce n'est pas seulement de l'alcool et du gaz acide carbonique qui sont produits, mais encore sept centièmes d'acide succinique et de glycérine.

La conséquence de ce fait imprévu est considérable, lorsqu'on se rappelle l'intimité des relations établies par la législation entre la composition du sucre et le poids d'alcool qu'il peut donner par la fermentation.

C'est à présent qu'intervient la découverte de M. Joseph Boussingault,

dont la date remonte à 1878, époque où le jeune chimiste fut chargé de l'analyse des vins de la grande exposition.

Le rapporteur est obligé de citer ici son nom (Chevreul) parce que M. Joseph Boussingault reproduit dans son Mémoire des réflexions critiques (de M. Chevreul) sur la fermentation du sucre dans l'eau sous l'influence d'un ferment matériel, réflexions extraites d'un *Traité de Chimie appliquée à la teinture* publié en 1830. Elles lui ont paru conformes à la découverte que nous couronnons. En rappelant ces réflexions, ce n'est pas une réclamation de priorité; loin de là, le contraire est la vérité, mais bien dans l'intérêt de l'originalité de l'esprit de M. J. Boussingault d'avoir le premier démontré par l'expérience que la *fermentation complète* d'une quantité donnée de sucre dissous dans l'eau exige que *l'alcool produit* soit *séparé du liquide en fermentation en même temps qu'il se forme.*

Voilà une découverte vraiment originale, qui n'avait jamais été soupçonnée. Si nos espérances ne sont pas déçues, M. J. **Boussingault** y donnera de nouveaux développements.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Chapuy** (Paul-Ernest-Victor), né à Aumale (Algérie), le 4 février 1863, et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1885, 1886, 1887 ET 1893.

GÉOMÉTRIE.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1884 et remise à 1885.)

L'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885, la question suivante :

La découverte des lignes de courbure, sur une surface quelconque, a été proposée par Monge en 1781 (*Mémoires de l'Académie des Sciences*) dans un Mémoire intitulé : *Théorie des déblais et remblais*.

Deux volumes équivalents étant donnés, les décomposer en parcelles infiniment petites se correspondant deux à deux suivant une loi telle que la somme des produits des chemins parcourus en transportant chaque parcelle sur celle qui lui correspond par le volume de la parcelle transportée soit un minimum.

La théorie des lignes de courbure est présentée par l'illustre géomètre comme une remarque incidente dans l'étude de ce problème, qui jusqu'ici n'a été résolu dans aucun cas.

L'Académie propose pour sujet du prix, soit l'étude générale de ce problème des déblais et remblais, soit la solution dans un cas simple choisi par l'auteur du Mémoire (¹).

Les Ouvrages manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 15 novembre 1885; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

(¹) Voir le Rapport sur le Concours de l'année 1884, page 489.

PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs* qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1886.)

« *Etudier les surfaces qui admettent tous les plans de symétrie de l'un des* » *polyèdres réguliers.* »

L'Académie appelle en particulier l'attention des concurrents sur celles de ces surfaces qui sont algébriques et du plus petit degré, ou qui jouissent de quelque propriété remarquable relative à la courbure.

Les Ouvrages manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1886; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs.*

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année,* dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans,* à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs,* pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1885.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885, la question suivante : *Etude théorique et pratique sur les accumulateurs hydrauliques et leurs applications.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs.*

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, à 1879, à 1882, et enfin à 1885.

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs,* « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau.* Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle maintient au concours pour sujet du prix Damoiseau qu'elle doit décerner en 1885 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en* » *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit* » *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des* » *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une des conditions du prix, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix sera une médaille de la valeur de *dix mille francs.*

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1885.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs,* destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs.*

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par Décret en date du 29 janvier 1875.

Elle décernera, s'il y a lieu, le prix Valz de l'année 1885 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour 1878, remise à 1880, à 1882, et enfin à 1885.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix qu'elle devait décerner en 1882 la question suivante :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point* » *de vue expérimental et théorique.* »

Elle maintient la même question au Concours pour l'année 1885. Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1884, remise à 1886.

L'Académie maintient au Concours, pour l'année 1886, la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de* » *l'électricité à la transmission du travail.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1886; ils porteront une épigraphe ou devise, répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée [1].

---

[1] Voir le Rapport sur le Concours de l'année 1884, page 503.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour 1882 et remise à 1885.

« *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grana* » *développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*. Les Mémoires destinés au Concours seront reçus jusqu'au 1er juin 1885; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1886.)

L'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1886, la question dont l'énoncé suit :

« *Perfectionner la théorie des réfractions astronomiques.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1886.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réellement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage

» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1885, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 560 et 571.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le D[r] Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 558.

GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

M[me] Veuve Delesse, par acte notarié en date du 28 février 1883, a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

L'Académie, ayant été autorisée à accepter cette donation par Décret du 15 mai 1883, a fixé la valeur du prix Delesse à *quatorze cents francs*. Il sera décerné, pour la première fois, dans la séance publique de l'année 1885.

PRIX VAILLANT.

Question proposée pour l'année 1886.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle propose, pour sujet de celui qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1886, la question suivante :

« *Étudier l'influence que peuvent avoir sur les tremblements de terre l'état* » *géologique d'une contrée, l'action des eaux ou celle de causes physiques de* » *tout autre ordre*.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés destinés au concours devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin 1886.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs,* destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs,* devant être converti en rentes *trois pour cent,* et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur » ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur » tout ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs.*

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France,* » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs;* l'Aca-

démie le décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1886, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 565.)

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*. »

Un Décret en date du 21 juillet 1866 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. En conséquence, l'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885, les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être Français ou naturalisés Français.

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs,* placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans,* alternativement, par l'Académie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France,* et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.*

L'Académie des Sciences décernera le prix Morogues en 1893. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français,* devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, *vingt mille francs,* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, » pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider » les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du

» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans
» vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix consiste en une médaille de *neuf cent soixante-quinze francs*.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 563.)

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1885.

Étude de la structure intime des organes tactiles dans l'un des principaux groupes naturels d'animaux invertébrés.

Les concurrents devront faire connaître la conformation extérieure de ces organes, leur mode de fonctionnement et la structure interne de la partie terminale de leurs nerfs.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à ce concours devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1885.

Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du grand Océan.

Les concurrents devront examiner aussi très attentivement les relations zoologiques qui peuvent exister entre ces animaux et les espèces marines plus ou moins voisines.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à concourir devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (1) ».

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une » médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas;* »

Ou « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de » façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

Ou enfin « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, » par exemple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura

---

» actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com» position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re» connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don» nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou» vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année,* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, représenté par une médaille de *mille francs,* sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs,* pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et* » *à la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs,* dans sa séance publique de l'année 1887, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1887.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1887, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle annonce qu'elle décernera le prix Dusgate, pour la seconde fois, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de Physiologie expérimentale, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 558.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1885, le programme dont l'énoncé suit :

« Mesure de l'intensité de la pesanteur par le pendule.

» Exposé critique des méthodes et des appareils oscillants employés » pour la mesure de l'intensité absolue ou relative de la pesanteur.

» Avantages et imperfections du pendule à réversion. Peut-on le mettre » à l'abri des causes d'erreurs qu'il comporte? »

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1885.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1886.)

« *Recherches sur les déformations du niveau de la surface des mers dans le*
» *voisinage des continents, par l'effet des attractions locales dues au relief du*
» *sol.*

» *Choisir des exemples qui mettent le phénomène bien en évidence.* »

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1886.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier*, et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le *prix Cuvier* dans sa séance publique de l'année 1885, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du Concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1881 jusqu'au 31 décembre 1884.

Le prix Cuvier consiste en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1885, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans « au voyageur » français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à » la France ou à la Science »*.

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1886.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *mille francs*.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du Concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la seconde fois, dans sa séance publique de l'année 1886.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti, *tous les deux ans*, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1886.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique, médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans*, à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

PRIX FONDÉ PAR MME LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. JAMIN** lit l'Éloge historique de **DOMINIQUE-FRANÇOIS-JEAN ARAGO**, Membre de l'Académie.

J. B. et J. J.

TABLEAUX
DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 23 FÉVRIER 1885.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1884.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1885, 1886, 1887 *et* 1893.

BOTANIQUE.

AGRICULTURE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1885, 1886, 1887 ET 1893.

1885

Prix Bordin. — Étude générale du problème des déblais et remblais de Monge.

Prix Francoeur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

Prix Fourneyron. — Étude théorique et pratique sur les accumulateurs hydrauliques et leurs applications.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Damoiseau. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter.

Prix Valz. — Astronomie.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

Prix Bordin. — Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique, sur la Chimie et sur la Physiologie.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, les Sciences minéralogiques.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Prix Thore. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude de la structure intime des organes tactiles dans l'un des principaux groupes naturels d'animaux invertébrés.

Prix Bordin. — Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du grand Océan.

Prix da Gama Machado. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Montyon. — Médecine et Chirurgie.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort, et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou

encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Gay. — Mesure de l'intensité de la pesanteur par le pendule.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Cuvier. — Destiné à l'ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1886

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étudier les surfaces qui admettent tous les plans de symétrie de l'un des polyèdres réguliers.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail.

Prix Bordin. — Perfectionner la théorie des réfractions astronomiques.

Prix Vaillant. — Étudier l'influence que peuvent avoir sur les tremblements de terre l'état géologique d'une contrée, l'action des eaux ou celle de causes physiques de tout autre ordre.

Prix de La Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Gay. — Recherches sur les déformations du niveau de la surface des mers dans le voisinage des continents, par l'effet des attractions locales dues au relief du sol.

Prix Delalande-Guérineau. — Destiné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix Jérôme Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

1887

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

1893.

Prix Morogues. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

ERRATA.

(Séance du 16 février 1885.)

Page 419, ligne 32, *au lieu de* il, *lisez* elle.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur les origines de l'Alchimie;* par M. **Berthelot**.

« La Chimie est une science toute moderne : elle s'est constituée il y a un siècle à peine, sous sa forme actuelle et rigoureuse; mais elle avait été précédée par une formation antérieure, demi-positive et demi-chimérique, l'Alchimie, formée elle-même par la lente accumulation des découvertes pratiques de la Métallurgie, de la Céramique, de la Matière médicale et des Industries de toutes sortes. L'Académie n'a pas oublié les savantes publications faites dans le *Journal des Savants* par son doyen, M. Chevreul, sur l'histoire de l'Alchimie au moyen âge. J'ai cherché à remonter plus haut, et jusqu'aux origines mêmes de l'Alchimie, jusqu'à ses sources gréco-égyptiennes, en m'appuyant sur l'étude directe des manuscrits grecs, conservés à la Bibliothèque nationale de Paris, et des papyrus qui existent à Londres, à Berlin et à Leide. J'ose espérer que l'Ouvrage que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie (1) intéressera les artistes et les industriels, qui

(1) *Les origines de l'Alchimie*, par M. Berthelot, in-8°, avec deux planches en photogravure, chez M. Steinheil.

étudient les pratiques des anciens, ainsi que les savants et les philosophes, désireux de connaître l'origine des idées qu'ils manient continuellement et celle des théories de tous les temps relatives à la constitution de la matière. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'isomérie dans la série aromatique. — Chaleur de neutralisation des phénols polyatomiques*; par MM. **Berthelot** et **Werner.**

« L'étude des corps isomères, au point de vue de la chaleur dégagée soit dans leur formation par les mêmes éléments, soit dans leurs métamorphoses parallèles, offre un intérêt tout particulier pour la Mécanique chimique; l'identité des éléments simplifiant ici les conditions du problème. L'un de nous a jeté les bases de cette étude dans ses *Leçons sur l'isomérie* (¹), professées devant la Société chimique de Paris en 1863 (p. 101 et suivantes, et p. 141), et il les a développées par de nombreuses expériences, résumées en 1877 dans le *Bulletin de la Société chimique* (2ᵉ série, t. XXVIII, p. 530) et poursuivies depuis sur l'éther glycolique et l'aldéhyde (²), sur la benzine et le dipropargyle (³) et sur divers autres corps. Les relations générales ainsi établies entre la chaleur de formation des isomères et polymères, leur capacité de saturation et valence relative (⁴), leur stabilité, leur densité, leur point d'ébullition et autres propriétés physiques et chimiques sont entrées dans l'enseignement.

» Nous avons pensé qu'il était intéressant d'étendre ces recherches thermiques à l'isomérie dans la série aromatique, où elle se manifeste avec des caractères remarquables et fixe aujourd'hui l'attention de tous les chimistes. On sait, en effet, que la benzine et ses dérivés fournissent trois groupes fondamentaux de corps métamères, toutes les fois que le noyau fondamental, c'est-à-dire la benzine corps générateur de la série aromatique, éprouve deux réactions successives. Il est facile, d'ailleurs, de se rendre compte de l'existence de ces trois groupes, si l'on remarque que la benzine résulte de la condensation polymérique de trois molécules

---

(¹) Publiées chez Hachette. *Voir* aussi *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. VI, p. 356 (1865), et *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 547.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXVII, p. 380.

(³) Le caractère thermique de cette isomérie, prédite dès 1863 (*Leçons sur l'isomérie*, p. 125), a été défini dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXIII, p. 188.

(⁴) Kénomérie.

d'acétylène; l'existence de ces trois groupes d'isomères, découverts par M. Kékulé, domine toute l'histoire de la série aromatique. Nous en avons entrepris l'étude thermique. Non seulement nous avons mesuré la chaleur dégagée lorsque les isomères éprouvent des transformations parallèles : par exemple, lorsque les phénols d'atomicité diverse se combinent aux bases, au brome, etc.; mais on peut aussi déterminer la chaleur dégagée lorsque les isomères donnent lieu à des produits identiques : ainsi, lorsque les acides oxybenzoïques se changent en phénol bromé et acide carbonique; d'où l'on déduit la chaleur même de transformation de ces isomères et leur transformation les uns dans les autres. Le champ de ces études est, pour ainsi dire, illimité; sans autre difficulté que celle qui résulte de la nécessité d'obtenir des dérivés uniques, exempts de produits secondaires, dès la température ordinaire, et au sein du calorimètre. Nous avons montré comment il convient de se diriger à cet égard, en publiant l'an dernier nos expériences sur les phénols bromés, et nous nous appuierons bientôt sur la formation de ces mêmes composés pour définir celle des acides oxybenzoïques isomères et des dérivés qui s'y rattachent, expériences qui nous occupent depuis près de deux ans. Aujourd'hui nous nous attacherons à la chaleur de neutralisation des phénols polyatomiques.

» Comparons d'abord deux phénols homologues qui offrent une ressemblance frappante, la résorcine et l'orcine.

» Résorcine : $C^{12}H^{6}O^{4} = 110^{gr}$. — *Dissolution :*

$C^{12}H^{6}O^{4} + 400\,H^{2}O^{2}$, vers 10° .... $-3^{Cal},243$

» M. Calderon a trouvé, au laboratoire de M. Berthelot, (22°), −3,83.

» *Neutralisation :*

			Cal	
$C^{12}H^{6}O^{4}$ ($1^{éq} = 3^{lit}$) +	$\frac{1}{2}$ NaO (1^{lit}), vers 10°	....	+4,182	+ 8,226
	+ 2ᵉ $\frac{1}{2}$ NaO	»	+4,044	
	+ 3ᵉ $\frac{1}{2}$ NaO	»	+3,881	+ 7,359
	+ 4ᵉ $\frac{1}{2}$ NaO	»	+3,478	
	+ 5ᵉ $\frac{1}{2}$ NaO	»	+0,705	+ 0,705
	+ 6ᵉ $\frac{1}{2}$ NaO	»	+0,000	
				+16,290
$C^{12}H^{6}O^{4}$ ($1^{éq} = 3^{lit}$) + $3\frac{1}{2}$ NaO ($1^{éq} = 1^{lit}$) d'un seul coup		....		+16,397

» Ces nombres s'accordent très sensiblement avec ceux de M. Calderon. Ils répondent à un phénol bibasique, répétant deux fois la fonction du phénol ordinaire, lequel dégage, dans les mêmes conditions, $+ 7^{Cal},9$ avec le premier équivalent d'alcali, sans agir sur le deuxième.

» La neutralisation de la seconde basicité n'est pas tout à fait complète tout d'abord et exige un excès d'alcali : ce qui indique que le second composé bibasique est plus dissocié par l'eau que le premier.

» ORCINE : $C^{14}H^8O^4 = 124^{gr}$. — *Dissolution :*

Anhydre :	$C^{14}H^8O^4 + 400H^2O^2$, vers 7°	— 2,366
Hydrate :	$C^{14}H^8O^4, H^2O^2 + 400H^2O^2$, vers 11°	— 5,426

D'où formation de l'hydrate : + 3,06, eau liq.; + 1,63, eau sol.

» On peut se demander si l'état de l'orcine anhydre, récemment dissoute, est le même que celui de l'hydrate, dans les dissolutions. Pour le vérifier, nous avons dissous d'une part ces deux corps solides dans une même solution alcaline, et d'autre part nous avons fait agir les solutions alcalines sur les dissolutions faites depuis peu de temps :

		Cal	
Anhydre	$C^{14}H^8O^4$ solide $+ 3\frac{1}{2}$NaO dissoute, vers 8°	+13,831	2,281
	$C^{14}H^8O^4$ dissoute $+ 3\frac{1}{2}$NaO » 9°	+16,112	
Hydrate	$C^{14}H^8O^4, H^2O^2$ solide $+ 3\frac{1}{2}$NaO dissoute, vers 12° ...	+10,346	5,784
	$C^{14}H^8O^4, H^2O^2$ dissoute $+ 3\frac{1}{2}$NaO » 9° ...	+16,130	

» D'après ces nombres, la dissolution de l'orcine anhydre et celle de son hydrate sont identiques, car elles dégagent la même quantité de chaleur en s'unissant avec un alcali. En outre, la chaleur de dissolution de ces deux corps, déterminée par la différence des chaleurs de neutralisation, ne s'écarte pas sensiblement de la détermination directe, du moins dans les limites qui répondent aux dilutions et températures.

» *Neutralisation :*

$C^{14}H^8O^4(3^{lit}) + \frac{1}{2}NaO(1^{éq} = 1^{lit})$, à 10° ..		+ 4,219	+ 8,246
$+ 2^e \frac{1}{2}$NaO	»	+ 4,027	
$+ 3^e \frac{1}{2}$NaO	»	+ 3,822	+ 7,029
$+ 4^e \frac{1}{2}$NaO	»	+ 3,207	
$+ 5^e \frac{1}{2}$NaO	»	+ 0,425	+ 0,425
$+ 6^e \frac{1}{2}$NaO	»	+ 0,000	
			+ 15,700

» Ces nombres sont sensiblement les mêmes que pour la résorcine; ils montrent que l'orcine et son vrai homologue jouent pareillement le rôle d'un phénol bibasique, répétant deux fois le phénol normal.

» Venons aux deux autres oxyphénols isomères de la résorcine. Les solutions alcalines de ces corps absorbant immédiatement l'oxygène de l'air, nous avons opéré dans des fioles calorimétriques complètement closes,

remplies d'azote pur; on opérait avec de l'eau saturée d'azote, dans laquelle on dissolvait l'oxyphénol; puis on y versait la solution alcaline également saturée d'azote. Dans ces conditions, les liqueurs ne se colorent pour ainsi dire pas pendant la neutralisation.

» HYDROQUINON : $C^{12}H^6O^4 = 110^{gr}$. — *Dissolution :*

$7^{gr},3$ dans 400^{cc} d'eau, pour $C^{12}H^6O^4$, à 10° .... $-4^{gr},18$

» *Neutralisation :*

$C^{12}H^6O^4(6^{lit}) + 1^{er}NaO(1^{éq} = 2^{lit})$, vers 11°.	$+8,001$	$+15,56$
$+ 2^e NaO$	$+6,361$	
$+ 3^e NaO$	$+1,199$	
$+ 4^e NaO$	$+0,000$	

» L'hydroquinon joue ici le rôle d'un phénol bibasique, les chaleurs de neutralisation étant à peu près les mêmes qu'avec la résorcine et répondant au phénol ordinaire. La dissociation du composé bibasique semble un peu plus marquée que pour la résorcine.

» PYROCATÉCHINE (de Kahlbaum) : $C^{12}H^6O^4 = 110^{gr}$. — *Dissolution :*

$7^{gr},3$ dans 400^{cc} d'eau, à $10^o,4$ .... $-2,92$

» *Neutralisation :*

$C^{12}H^6O^4(6^{lit}) + NaO(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°......	$+6,257$	$+8,267$
$+ 2^e NaO$..................	$+1,405$	
$+ 3^e NaO$..................	$+0,605$	

» Ces chiffres sont très remarquables; car ils montrent que la pyrocatéchine n'a pas la même fonction que les deux autres oxyphénols. Elle dégage seulement la même quantité de chaleur que le phénol monobasique; encore ce dégagement est-il progressif et accuse-t-il la dissociation du composé monobasique par l'eau. Le composé bibasique n'existe donc pas en présence de ces quantités d'eau; probablement parce qu'il est alors décomposé entièrement à la façon d'un alcoolate ordinaire. La pyrocatéchine se comporterait à cet égard comme un phénol alcool, plutôt qu'un vrai phénol diatomique. Les trois oxyphénols diatomiques n'ont donc pas des fonctions absolument identiques; ce que l'on peut expliquer en rappelant que la pyrocatéchine dérive de la benzine par deux substitutions opérées sur un même acétylène (série ortho : 1, 2), tandis que ses isomères dérivent de substitutions opérées sur deux molécules distinctes du générateur.

» Nous avons encore étudié le quinon, dérivé par oxydation.

» QUINON : $C^{12}H^4O^4 = 108^{gr}$. — *Dissolution :*

$2^{gr},7$ dans 400^{cc} d'eau, à 12° : pour $C^{12}H^4O^4$... — $4^{Cal},23$

» *Action des alcalis.* — Quinon dissous :

+ NaO étendue	$+ 31^{Cal},44$	34,16
+ 2^eNaO	$+ 2^{Cal},72$	

» Il ne s'agit pas ici d'une simple neutralisation; la liqueur noircissant de suite, même dans l'azote. Nous y reviendrons. Dans d'autres conditions, en opérant avec 2,5 NaO et le quinon dissous à 12°, nous avons obtenu + 37,37, et avec le quinon solide + 32,63. La différence + 4,74 répond sensiblement à la mesure directe de la chaleur de dissolution, autant qu'on peut l'espérer avec des liqueurs si étendues.

» Venons aux phénols triatomiques. On a opéré dans l'azote.

» PHLOROGLUCINE : $C^{12}H^6O^6 = 126^{gr}$. — *Dissolution* de l'hydrate : $C^{12}H^6O^6, 2H^2O^2 + nH^2O^2$ directement : — 6,68. Indirectement :

$C^{12}H^6O^6, 2H^2O^2$ solide + 2NaO ($1^{éq} = 6^{lit}$), vers 11°.	+ 10,44	$-6^{Cal},67$
$C^{12}H^6O^6$ (12^{lit}) + 2NaO	+ 17,11	

» Anhydre, indirectement :

$C^{12}H^6O^6 + 2NaO$ ($1^{éq} = 6^{lit}$), vers 12° : + 15,47. D'où : — 1,64.

» La chaleur d'hydratation : + 2,513 × 2, eau liq.; + 1,08 × 2, eau sol.

» *Neutralisation.*

$C^{12}H^6O^6$ (12^{lit}) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 11°....	+ 8,347	+ 18,269
+ 2^eNaO	+ 8,386	
+ 3^eNaO	+ 1,536	
+ 4^eNaO	+ 0,000	

» La phoroglucine dégage avec le premier et le deuxième équivalent d'alcali à peu près la même quantité de chaleur que le phénol normal et les phénols bibasiques. Mais le troisième équivalent se comporte autrement, à la façon d'un alcoolate ordinaire, presque entièrement dissocié par l'eau.

» PYROGALLOL : $C^{12}H^6O^6 = 126^{gr}$. — *Dissolution* à 11° : — 3,713.

» *Neutralisation :*

$C^{12}H^6O^6$ (12^{lit}) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 11°....	+ 6,397	+ 13,803
+ 2^eNaO	+ 6,386	
+ 3^eNaO	+ 1,021	
+ 4^eNaO	+ 0,000	

» Le pyrogallol agit donc à la façon d'un phénol bibasique et d'un alcool ordinaire, comme la phloroglucine, quoique avec des valeurs un peu plus faibles. On voit que les trois atomicités de ces phénols ne sont pas semblables les unes aux autres; pas plus que les deux atomicités de la pyrocatéchine; tandis que celles de la résorcine et de l'hydroquinon sont au contraire pareilles. L'un de nous a déjà signalé des diversités analogues dans l'étude des trois basicités des phosphates, comparées à celles des citrates et des acides forts ou faibles de diverses catégories. On peut s'en rendre compte dans la série aromatique, en remarquant que parmi les tridérivés isomères un seul résulte de trois substitutions non contiguës (1, 3, 5 : méta-méta); ce serait le seul phénol tribasique, inconnu jusqu'ici. Tous les autres offrent au moins deux substitutions contiguës; ce qui nous ramène au cas de la pyrocatéchine, avec une basicité de plus : tels sont la phloroglucine et le pyrogallol. On pourrait même admettre que trois substitutions contiguës (1, 2, 3) répondent à la fonction acide la plus faible (pyrogallol?). En tout cas, l'importance des mesures thermochimiques pour établir la vraie fonction des séries d'isomères aromatiques est manifeste. »

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes et de la comète Wolf, faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris, pendant le quatrième trimestre de l'année* 1884. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(28) Bellone ([1]).			
	h m s	h m s			
Oct. 10....	10.39.51	23.59.32,93	»	»	»
		(200) Dynamène.			
			s	° ′ ″	″
Oct. 10...	11.32.34	0.52.24,24	+21,21	74.11.28,3	−162,2
24....	10.25.37	0.40.28,42	»	»	»
		(24) Thémis.			
Nov. 6....	10.48.45	1.54.55,58	− 0,18	78.13.53,0	+ 9,9
8....	10.39.26	1.53.28,17	− 0,30	78.21.18,2	+ 2,6
10....	10.30.10	1.52. 3,39	− 0,25	78.28.35,6	− 1,2

([1]) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Nov. 13....	10.16.21	1.50. 1,62	— 0,08	78.39.13,1	+ 0,2
14....	10.11.46	1.49.22,31	— 0,32	78.42.36,8	— 0,5
15....	10. 7.12	1.48.44,14	»	78.46. 3,4	»
19....	9.49. 5	1.46.20,30	»	78.58.34,2	»
		(77) FRIGGA.			
Nov. 6....	10.59.32	2. 5.44,37	—12,13	74.32. 9,7	+72,4
8....	10.49.58	2. 4. 1,22	—12,15	74.39.36,3	+74,4
10....	10.40.27	2. 2.21,64	—11,93	74.46.52,8	+72,2
13....	10.26.17	1.59.59,78	»	74.57.31,7	»
14....	10.21.32	1.59.10,07	»	75. 0.45,5	»
15....	10.16.57	1.58.30,78	»	75. 4.21,1	»
19....	9.58.32	1.55.49,33	»	75.17.10,6	»
		(241) GERMANIA (¹).			
Nov. 10....	8.20. 1	23.41.33,16	»	»	»
		(182) ELSA.			
Nov. 14....	11.56.50	3.34.43,84	»	74. 1.18,2	»
15....	11.51.56	3.33.45,61	»	74. 3.45,0	»
19....	11.32.21	3.29.53,11	»	74.12.57,9	»
		(242) KRIEMHILD (¹).			
Nov. 15....	10. 1.17	1.42.48,79	»	82. 2.51,9	»
		☄ WOLF.			
Oct. 9....	8.15.56	21.31.18,05	»	76.34.12,6	»
Nov. 13....	7. 4.14	22.37.23,32	»	91. 0.33,1	»
14....	7. 2.40	22.39.45,17	»	91.17.34,5	»
15....	7. 1. 6	22.42. 7,62	»	91.34. 5,2	»
19....	6.55. 1	22.51.47,69	»	92.35.29,8	»

» Les comparaisons de Dynamène se rapportent à l'éphéméride publiée dans le n° 236 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*. Toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» L'observation du 24 octobre a été faite par M. *Callandreau*; les autres par M. *Puiseux*. »

(¹) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

ASTRONOMIE. — *Sur la périodicité des taches solaires et l'anomalie de leur dernier maximum;* par M. Faye.

« Cette anomalie consiste dans la longue incertitude qui a plané sur l'époque à laquelle on devait fixer la date du dernier maximum. Le maximum antérieur ayant eu lieu fort nettement en 1870,6, le suivant aurait dû se produire, d'après la période undécennale moyenne de $11^a,1 \pm 0^a,3$, en 1881,7 ou au commencement de 1882. On a cru le constater effectivement en avril 1882; car, à partir de cette date, le phénomène a paru décroître quelque peu. Mais bientôt cette faible décroissance s'est arrêtée et le nombre des taches a repris, avec quelques fluctuations, une marche légèrement ascendante jusqu'à la fin de 1883. Aujourd'hui, M. Wolf indique la date de 1884,0, en retard de deux années sur les prévisions.

» Mais ce qu'il y a de plus frappant, c'est que la variation diurne de l'aiguille aimantée a reproduit exactement les mêmes hésitations pour atteindre son maximum. Elle semblait y être parvenue en avril 1882, comme les taches solaires; mais elle s'est insensiblement relevée les années suivantes, et, d'après M. Wolf, elle n'a aussi atteint son maximum qu'en 1884,0. M. Wolf a donc eu raison de dire, dans sa lettre du 28 janvier dernier, que cette concordance doit suffire à prouver aux derniers incrédules qu'il existe une relation intime entre les phénomènes solaires et les mouvements de l'aiguille aimantée. C'est à moi que ce discours s'adresse, car j'étais le seul à contester cette relation en me fondant sur la différence qui me semblait exister entre les valeurs moyennes des périodes de ces deux ordres de phénomènes.

» Ainsi la cause qui produit les taches du Soleil agit aussi sur nos boussoles, à 38 millions de lieues de distance, tout comme les courants électriques de notre propre globe, mais d'une manière continue et régulière. M. Wolf m'ayant exprimé l'espoir que l'étude attentive des anomalies qui viennent d'affecter à la fois ces deux ordres de phénomènes jettera un grand jour sur ces questions, je tâcherai d'y contribuer en étudiant celles du Soleil à l'aide de la théorie que j'en ai donnée. On verra ensuite si les actions mécaniques et chimiques que je vais décrire, et qui me paraissent conduire à la fois à une périodicité et aux affections qui modifient cette périodicité, peuvent faire naître dans le Soleil des courants électriques réguliers capables de réagir sur nos boussoles et d'y répercuter, jusque

dans les moindres détails, toutes les modifications que présentent les phénomènes solaires.

» La cause immédiate des singularités du dernier maximum, pour le Soleil du moins, provient, à mon avis, d'une sorte de demi-indépendance des deux hémisphères austral et boréal du Soleil, en vertu de laquelle il peut arriver que les époques de leur plus grande activité respective ne coïncident pas exactement. Nous voyons en effet, par les excellentes observations de Palerme [1], que les taches de l'hémisphère boréal ont été prédominantes en 1882, tandis qu'en 1883 ç'a été le tour de l'hémisphère austral de fournir beaucoup plus de taches. Quand les deux hémisphères marchent d'accord, le maximum se dessine nettement et avec beaucoup d'intensité. Dans le cas contraire, le maximum unique se trouve remplacé par deux maxima successifs sur le Soleil, l'un au nord, l'autre au sud; alors l'incertitude peut porter, à ce qu'il paraît, sur une fraction notable de la période totale.

» Mais à quoi tient cette espèce de demi-indépendance des deux hémisphères du Soleil par rapport à la production des taches? Pour répondre à cette question, il faut aborder celle de la périodicité elle-même et montrer comment elle se rattache à la théorie générale de la constitution du Soleil. Pour celle-ci je supposerai que le lecteur aura bien voulu jeter un coup d'œil sur les *Comptes rendus* de l'année 1883, t. XCVI, p. 136, 292 et 355, où j'en ai publié un résumé [1].

» *Mode particulier de rotation du Soleil.* — Dans une masse sphérique de matériaux maintenus par sa chaleur interne à l'état de fluidité gazeuse, animée d'une lente rotation, et sensiblement indépendante de tous les corps voisins, les couches successives tendent à se disposer concentriquement suivant l'ordre des densités, et la rotation tend à s'effectuer tout d'une pièce, c'est-à-dire avec la même vitesse angulaire dans toutes ses parties. Si une cause interne vient à troubler cet équilibre, la masse entière, sous l'influence d'une puissante gravité, réagit pour le rétablir, et si cette cause secondaire de trouble persiste, il en résultera seulement, autour de l'état d'équilibre, une oscillation qui se prolongera indéfiniment, comme celles de notre propre atmosphère, avec un caractère de périodicité plus ou moins

---

(1) Voyez le travail de M. Riccò dans les *Memorie della Società degli spettroscopisti italiani*, vol. XII, 1883.

(2) *Voir* aussi, dans le numéro du 26 décembre 1882 (t. XCV, p. 1310), une Note dans laquelle j'ai exposé et discuté les seules objections qu'on ait opposées à cette théorie.

régulier. En tout cas, si la rotation est retardée en certaines régions, elle devra, en vertu de la loi des aires, être rendue plus rapide dans d'autres; l'équateur lui-même conservera une position invariable à travers toutes les fluctuations internes.

» Le Soleil et les étoiles sont dans ce cas; les influences perturbatrices qui tendent à détruire cet équilibre proviennent de la formation et de l'entretien de leurs photosphères au moyen de courants verticaux ascendants et descendants. Ceux-ci sont déterminés par la différence de température entre la surface qui rayonne vers l'espace et la masse interne qui possède une énorme quantité de chaleur et qui doit alimenter cette puissante radiation.

» Ces courants verticaux impriment à la rotation une allure particulière bien remarquable. Les ascendants apportent à la surface une vitesse linéaire moindre et tendent à y ralentir la rotation. Les descendants, au contraire, apportent aux couches profondes une vitesse linéaire supérieure et y déterminent des courants parallèles à l'équateur dans le sens de la rotation. C'est comme si la vitesse de rotation de ces dernières couches était accélérée.

» *Périodicité des taches.* — Si la couche profonde à laquelle aboutissent les courants descendants, et d'où s'élèvent par conséquent les ascendants, conservait la forme sphérique, la vitesse de rotation de la surface serait partout retardée de la même manière, et ses diverses zones auraient partout même vitesse angulaire. Dans ces conditions, la théorie montre qu'il ne se produirait pas de taches. C'est le cas qui se présente sur le Soleil à l'époque des minima. Mais, si, partant d'une de ces époques, on considère le jeu des matériaux solides ou liquides qui tombent continuellement de la photosphère vers le centre, on reconnaîtra qu'en abaissant progressivement la température de la couche où ils s'arrêtent, et en y faisant naître des courants bien plus rapides que la rotation normale, ils doivent y provoquer, à la longue, une certaine extension dans le sens de l'équateur ou, si l'on veut, une sorte d'aplatissement. Dès lors les courants ascendants de vapeurs qui s'élèvent de cette couche partiront de profondeurs croissantes, de l'équateur aux pôles; ils retarderont donc inégalement la rotation superficielle et y produiront, d'une zone à l'autre, des courants horizontaux de vitesses différentes, en sens inverse de la rotation générale.

» De là cette loi si remarquable qui domine toutes ces questions et que l'on peut formuler ainsi : à l'époque où les taches apparaissent en grand nombre et sur une grande étendue de la surface du Soleil, permettant

ainsi d'étudier complètement la rotation superficielle, la vitesse angulaire, au lieu d'être constante d'une zone à l'autre, décroît proportionnellement au carré du sinus de la latitude héliocentrique ([1]). L'apparition des taches ou des pores qui criblent alors la surface du Soleil résulte précisément de ces différences de vitesse dans les courants horizontaux de la photosphère, absolument comme les gyrations de nos cours d'eau ou des grands fleuves de notre atmosphère. Et il est à remarquer ici que le travail mécanique accompli par ces taches et ces pores a pour effet d'absorber les différences de vitesse dont nous venons de parler.

» Mais la tendance naturelle vers l'équilibre et la grandeur des masses qu'il faudrait entraîner pour faire durer cet état de choses excessif réduisent bientôt l'accélération interne de la rotation, ou plutôt les courants horizontaux qu'elle fait naître, et rendent à la couche où s'accomplissent les phénomènes de vaporisation et de dissociation sa figure régulière. Alors les taches disparaissent, les pores eux-mêmes deviennent moins nombreux et nous revenons à une nouvelle époque de minimum.

» Voilà une image assez fidèle de ces grandes périodes undécennales, pendant lesquelles s'exagèrent ou diminuent d'une manière si tranchée les phénomènes mécaniques des taches, des pores, des facules, de la circulation de l'hydrogène, des injections de vapeurs métalliques dans la chromosphère, etc.

» *Demi-indépendance des deux moitiés australe et boréale du Soleil.* — Le plan invariable de l'équateur divise le Soleil en deux régions étrangères l'une à l'autre, en tant qu'il s'agit de l'alimentation de la photosphère, de même que l'équateur terrestre divise notre globe en deux régions étrangères l'une à l'autre en tout ce qui concerne les courants supérieurs, les cyclones, les typhons, les ouragans. La région boréale de la photosphère est alimentée par une des moitiés de la couche interne dont nous venons de parler; l'australe l'est par l'autre moitié. Ainsi des différences passagères d'homogénéité et de température occasionneront des différences d'activité entre les courants de rotation des deux moitiés de la

---

([1]) Voici l'expression numérique de cette loi, déduite des observations de Carrington,

$$\omega = 862' - 186' \sin^2 \lambda,$$

ω étant la vitesse angulaire diurne d'un point de la photosphère qui aurait λ pour latitude héliocentrique. Il serait à désirer que des spectroscopes puissants, comme celui de M. Thollon, nous permissent de déterminer la vitesse équatoriale, indépendamment des taches, et particulièrement à l'époque des minima.

couche interne qui correspond à la photosphère, et, par suite, entre les deux moitiés de celle-ci. Dès lors il se produira plus de taches et de pores d'un côté que de l'autre. Mais la même indépendance entre les deux hémisphères n'a plus lieu, quand il s'agit du rétablissement de l'équilibre troublé, de la distribution des températures et de l'homogénéité ou de la sphéricité des couches intérieures. Les mouvements par lesquels cet équilibre se rétablit ne sont pas subordonnés au plan de l'équateur. Par conséquent les différences et les alternatives qui se manifestent effectivement à l'époque de certains maxima, entre l'activité australe et l'activité boréale, ne sauraient être persistantes. Elles se produiront, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, ou même cesseront d'exister. Quand elles se produiront, c'est-à-dire quand le maximum d'activité ne sera pas simultané pour les deux hémisphères, l'époque du maximum, tel qu'on l'a étudié jusqu'ici, deviendra indécise, à moins que l'on ne se résigne à faire des statistiques séparées pour chaque hémisphère ([1]), et l'intensité même du maximum paraîtra plus faible qu'à l'ordinaire.

» Il reste à examiner si telle n'est pas la cause principale qui rend la période des taches si irrégulière à certaines époques. Par exemple, au lieu de la période normale de $11^a \frac{1}{9}$ fixée par M. Wolf, on trouve pour la dernière durée $13^a,7$, si on place le récent maximum à 1884,0 au lieu de 1882,25. Mais c'est là une étude dont M. Wolf seul possède les éléments pour les siècles passés.

» Ainsi la constitution physique du Soleil paraît se prêter au développement de forces électriques à intensités périodiquement variables entre la photosphère, où s'opère une suite continue de combinaisons chimiques et d'énergiques condensations avec un abondant dégagement de chaleur qui se perd dans l'espace, et la couche variable intérieure où s'effectuent des phénomènes inverses de dissociation et de vaporisation aux dépens du calorique de la masse interne. La périodicité de ces phénomènes et leurs variations d'un hémisphère à l'autre s'expliquent par le jeu opposé et la nature différente des forces qui les produisent et de celles qui tendent à rétablir l'équilibre dans la masse solaire. Remarquons seulement que les deux moitiés boréale et australe du Soleil n'exercent pas sur les courants électriques de la Terre d'action spécifiquement différente, puisque les alternatives de 1882-1883 et de 1883-1884, qui ont fait prédominer à tour de rôle sur le Soleil l'un et l'autre hémisphère, ont produit exactement le même effet sur

---

([1]) C'est ce qui se fait actuellement à Palerme, à Rome et à Potsdam.

l'aiguille aimantée, celui d'exagérer, pendant le laps énorme de deux années, son excursion diurne en déclinaison. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Premières explorations de la Mission chargée de l'étude des récents tremblements de terre de l'Espagne*. Lettre de M. **Fouqué** à M. le Secrétaire perpétuel.

« La Commission envoyée en Espagne par l'Académie des Sciences pour étudier le tremblement de terre de l'Andalousie, composée primitivement de six membres, MM. Fouqué, Michel Lévy, Marcel Bertrand, Barrois, Offret et Kilian, s'est accrue, avant son départ de Paris, par l'adjonction de M. Bergeron, préparateur à la Sorbonne. De plus, M. Bréon, savant bien connu par son voyage géologique en Islande et par l'exploration récente du Krakatoa, est venu à titre bénévole lui apporter son concours.

» Arrivés à Madrid le 4 février et à Malaga le 7, nous avons reçu le meilleur accueil des représentants de la France en Espagne et obtenu, avant même de l'avoir demandée, la protection bienveillante et très efficace des autorités espagnoles. Recommandés par M. le Ministre de l'intérieur aux gouverneurs de Malaga et de Grenade, et par ceux-ci aux alcades des deux provinces, nous avons eu notre tâche singulièrement facilitée. Nous devons en particulier remercier M. le gouverneur de Malaga et M. l'alcade de Velez-Malaga, qui ont bien voulu diriger l'organisation de notre mise en campagne. Enfin, nous ne saurions passer sous silence les services qui nous ont été rendus par les savants espagnols avec lesquels nous avons été en rapport. Renseignements et recommandations nous ont été prodigués. MM. le général Ibañez, de Botella, de Castro, Mac-Pherson ont mis à notre disposition les belles cartes topographiques ou géologiques dues à leur initiative. A Malaga, M. de Orueta nous a fourni des documents géologiques d'une haute valeur. Il nous est, d'ailleurs, impossible de citer les noms de toutes les personnes auxquelles nous sommes redevables, à des titres divers.

» La partie de l'Andalousie qui a été le théâtre du tremblement de terre du 25 décembre dernier forme une vaste région, occupée par des roches sédimentaires ou métamorphiques, limitée à l'est par le massif de la sierra Nevada et à l'ouest par le massif de la sierra de Ronda.

» Dans le but d'accélérer autant que possible le travail entrepris, nous avons résolu de nous diviser en plusieurs groupes ayant chacun un but spécial à atteindre. M. Bertrand, assisté de M. Kilian, a été chargé de l'examen du district central où dominent les roches sédimentaires, depuis le

trias jusqu'au quaternaire. M. Michel Lévy, aidé de M. Bergeron, a dû poursuivre plus spécialement l'étude des roches éruptives et métamorphiques du côté occidental du bassin. Une étude analogue pour les roches du côté oriental a été réservée à M. Barrois, aidé de M. Offret. Enfin, avec la coopération de M. Bréon, sans me déterminer à l'avance aucune tâche, j'ai songé à compléter, dans la mesure du possible, les résultats de l'investigation en commun dont il me reste à parler. Ce travail, commun à tous les membres de la Mission, a dû, en effet, précéder les études spéciales; c'est le seul que nous ayons effectué jusqu'à présent, pendant la tournée de quinze jours qui vient d'avoir lieu. Je me propose, dans les lignes qui suivent, d'en esquisser les principaux traits.

» Partis de Malaga le 9 février, nous nous sommes acheminés vers Grenade, en passant par Velez-Malaga, Canillas de Acetuno, Alcancin, Periana, Zaffaraia, Venta de Zaffaraia, Alhama, Agron, Arenas del Rey. Près de Grenade, nous avons visité Guévéjar, et, prenant ensuite la route de Motril, nous avons exploré Lanjaron et Albuñuelas. Enfin, de Motril, nous sommes rentrés à Malaga, en passant par Almounecar et Nerja.

» Le long de ce trajet, nous avons rencontré les six localités les plus maltraitées par le tremblement de terre : Periana, Zaffaraia, Venta de Zaffaraia, Alhama, Arenas del Rey et Albuñuelas. A Arenas del Rey, il ne reste pas une maison debout; sur une population d'environ quinze cents habitants, il y a eu cent dix-huit morts. Les autres villages cités, quoique très gravement atteints, ont été moins complètement détruits; mais il n'est pas douteux que tous ne se trouvent sur l'épicentre du tremblement de terre. Cet épicentre est allongé de l'est à l'ouest; peut-être faut-il le considérer comme dirigé de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, si l'on tient compte de ce fait que, dans cette direction, les effets du tremblement de terre ont conservé une intensité notable à une plus grande distance du centre des phénomènes.

» En chaque lieu, nous avons noté l'état des ruines, la direction des fentes des habitations, et recueilli des renseignements nombreux sur les particularités que les secousses y ont présentées; mais les conséquences à tirer de ces observations ne peuvent avoir une importance réelle qu'après une discussion approfondie.

» Le 14 février, à $8^h 10^m$ du soir, nous avons pu nous-mêmes noter tous les incidents d'un tremblement de terre assez violent.

» Partout où nous avons passé, soit réunis, soit momentanément divisés

en deux escouades, nous avons noté la nature géologique du terrain, l'inclinaison des couches, les relations des terrains en contact et porté toute notre attention sur les failles nombreuses qui sillonnent le sol. Les principales, parallèles aux crêtes montagneuses du pays, sont en même temps parallèles au grand axe de l'épicentre du tremblement de terre, c'est-à-dire dirigées à peu près de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest. D'autres coupent celles-ci à angle droit et sont aussi en relation évidente avec certaines particularités offertes par la propagation des secousses.

» Le tremblement de terre a produit, en beaucoup de points, des crevasses nombreuses, dont quelques-unes ont une grande longueur. Sur les flancs abrupts des crêtes montagneuses et sur le bord des ravins, d'énormes blocs de rochers se sont détachés. Dans les localités où le sol, fortement incliné, est constitué par des argiles, des glissements se sont opérés et le terrain ébranlé s'est écarté des parties solides plus élevées, demeurées en place. C'est à des phénomènes superficiels de ce genre qu'il faut attribuer les crevasses de Guévéjar et probablement celles de Guaro, près de Periana, bien que le voisinage d'une faille, le long de couches jurassiques redressées verticalement, puisse faire admettre aussi la réouverture de quelque fracture ancienne.

» Enfin il nous reste à parler d'un phénomène encore plus intimement lié à la constitution géologique du sol. Il s'agit des eaux thermales de la région.

» A Alhama, l'ancienne source jaillit dans une faille est-nord-est, qui met en contact le jurassique avec les couches d'eau douce miocènes du bassin. Lors du tremblement de terre du 25 décembre, le volume de ses eaux a doublé; sa température, actuellement de 46°, paraît s'être légèrement élevée; de plus, elle est devenue un peu sulfureuse. En même temps, à 500^{m} en aval vers le nord, sur la rive droite de la rivière, une nouvelle source est apparue, crevant les couches marneuses imperméables du miocène. Le volume de ses eaux est comparable à celui de l'ancienne source; elle possède la même température; elle est aussi un peu sulfureuse et laisse échapper de nombreuses bulles d'un gaz inodore, dont nous avons pu remplir deux tubes.

» A la Mala, les eaux chlorurées et sulfureuses tièdes ont aussi plus que doublé de volume et certains suintements de formation nouvelle sont très sulfureux.

» Enfin, à 1^{km} environ à l'ouest du pont d'Ifo, sur la route de

Grenade à Motril, les fissures d'un calcaire compact sans fossiles, que M. Gonzalo y Tarin rapporte au trias, ont laissé écouler brusquement, le 25 décembre, un flot d'eau très chaude, dont la température a depuis lors baissé peu à peu. A notre passage, cette source, toujours aussi abondante, possédait encore une température de 25°. Notons qu'on est là au voisinage d'une très grande faille est-ouest, faisant suite au faisceau de fractures compliquées du versant méridional de la sierra Nevada.

» Ces derniers phénomènes indiquent que les effets mécaniques du tremblement de terre se sont fait sentir avec intensité sur les anciennes failles et dans une vaste région.

» Quant aux questions théoriques que soulève l'étude du tremblement de terre de l'Andalousie, nous ne pourrons l'aborder avec fruit qu'après l'achèvement des recherches que nous sommes en train d'accomplir. »

M. **Hébert** donne lecture d'un passage d'une Lettre, dans laquelle M. Fouqué ajoute quelques indications complémentaires sur les observations géologiques faites par la Commission. M. Fouqué désire réserver les développements pour des Communications ultérieures, afin de conserver à chacun de ses collaborateurs la part qui lui revient dans les résultats obtenus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une réaction caractéristique des alcools secondaires;* par M. G. **Chancel.**

« Dans un précédent Mémoire (¹), j'ai démontré que, par l'action directe de l'acide nitrique sur les dérivés monoalkylés de l'éther acétylacétique, on obtenait avec facilité des acides alkylnitreux. Il était donc probable qu'il en serait de même pour d'autres combinaisons organiques, telles que les alcools secondaires, susceptibles de donner naissance à des acétones, et que l'on aurait, par là, un caractère distinctif très net pour les alcools de cette classe. On sait, en effet, que les alcools primaires, traités par l'acide nitrique, ne donnent comme produits nitrés que des éthers nitreux ou nitrique, composés neutres, incapables de fournir les moindres traces d'un sel

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1466.

cristallisé en présence de la potasse alcoolique. Les expériences dont je vais rendre compte confirment en tout point ces prévisions.

» J'ai étudié, sous ce rapport, deux alcools secondaires bien définis, à savoir : l'alcool hexylique, $C^6H^{14}O$, de la mannite, et l'alcool octylique, $C^8H^{18}O$, de l'huile de ricin.

I.	II.
$CH^2.CH^2.CH^2.CH^3$	$CH^2.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2.CH^3$
$CH.OH$	$CH.OH$
CH^3	CH^3
Méthylbutylcarbinol. Alcool hexylique de la mannite.	Méthylhexylcarbinol. Alcool octylique de l'huile de ricin.

» I. L'alcool hexylique a été préparé par le procédé que l'on doit à MM. Erlenmeyer et Wanklyn [1]. L'iodure d'hexyle, obtenu en distillant dans un courant de gaz carbonique un mélange de mannite, d'iode, de phosphore ordinaire et d'eau, comme l'a indiqué M. Domac [2], a été converti en hexylène par l'action de la potasse alcoolique. Cet hydrocarbure a été dissous dans son volume d'acide sulfurique à 0,87, pour le convertir en alcool hexylique, que l'on a séparé en mélangeant avec de l'eau la solution acide. Après dessiccation, deux fractionnements ont suffi pour donner un produit bouillant à 137° et dans un état de pureté satisfaisant.

» L'alcool hexylique, traité par l'acide nitrique, donne de l'acide butylnitreux (dinitrobutane). Il suffit de chauffer 10^{cc} de cet alcool dans un matras à long col, et d'ajouter peu à peu un volume égal d'acide nitrique de 1,35 de densité. L'action est assez vive, mais régulière; lorsqu'elle s'est ralentie, on l'arrête en versant le produit dans l'eau froide. Le liquide oléagineux, lavé une ou deux fois, est dissous dans son volume d'alcool, puis mélangé avec une solution alcoolique de potasse. La liqueur se colore en rouge foncé, s'échauffe et se remplit bientôt de cristaux. Le précipité, recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool, puis à l'éther, est dissous dans une petite quantité d'eau chaude. Cette solution, filtrée, abandonne par le refroidissement le sel tout à fait pur en cristaux d'un beau jaune. L'alkylnitrite ainsi obtenu possède les propriétés du butylnitrite de potassium;

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXV, p. 146.

(2) *Monatshefte für Chemie*, t. II, p. 310.

il donne, par double décomposition, le butylnitrite d'argent cristallisé en paillettes.

» La composition de ces deux sels est exprimée par les formules suivantes :

Sel de potassium .. $C^4H^7Az^2O^4K = CH^3.CH^2.CH^2 - CAz^2O^4K$
Sel d'argent....... $C^4H^7Az^2O^4Ag = CH^3.CH^2.CH^2 - CAzO^4Ag$

$0^{gr},1779$ du sel de K ont donné....... $0^{gr},0771$ KCl
$0^{gr},1922$ du sel de Ag » » .... $0^{gr},1082$ AgCl

	Calculé.	Trouvé.
Potassium pour 100.............	20,97	20,92
Argent »	42,35	42,37

Soumis aux agents de réduction, l'acide butylnitreux provenant de l'alcool hexylique secondaire donne de l'acide butyrique normal; on a constaté que la solution du sel de calcium se troublait par la chaleur et reprenait à froid sa limpidité.

» II. L'alcool octylique (ou caprylique), provenant de l'action de la potasse caustique sur l'huile de ricin, a été préparé et purifié comme le recommande M. Bouis ([1]). Cet alcool secondaire se comporte avec l'acide nitrique comme l'acétone méthylhexylique qui en dérive et donne tout aussi facilement de l'acide hexylnitreux ([2]).

» L'acide hexylnitreux (ou dinitrohexane), $C^6H^{12}Az^2O^4$, obtenu en décomposant par l'acide chlorhydrique le sel de potassium en dissolution, se présente sous la forme d'un liquide incolore, oléagineux, plus dense que l'eau. Sous la pression de 763^{mm}, il bout à 212°, en éprouvant une décomposition partielle. Les agents de réduction le transforment en acide caproïque normal. Sa densité, rapportée à l'eau à 4°, est donnée dans le Tableau suivant :

0°	1,1381	48	20°	1,1185	50
5	1,1333	49	25	1,1135	50
10	1,1284	49	30	1,1085	51
15	1,1235	50	35	1,1034	51
20	1,1185		40	1,0983	

» Les hexylnitrites de potassium et d'argent sont peu solubles dans l'eau froide et cristallisent immédiatement par le refroidissement de leur solu-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIV, p. 105 et suiv.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 401.

tion saturée à chaud; le sel d'argent se dépose en petites paillettes d'un jaune verdâtre et le sel de potassium en belles aiguilles soyeuses, de $0^m,02$ à $0^m,03$ de longueur, qui se groupent en larges lamelles pendant leur dessiccation. Ce dernier sel exige pour se dissoudre 167 parties d'eau à 0° et 105 parties d'eau à 10°.

» Par la chaleur, les hexylnitrites se décomposent sans détoner et se distinguent sous ce rapport de leurs homologues inférieurs. L'hexylnitrite d'argent présente la particularité, quand on le chauffe avec précaution dans un creuset de porcelaine, de laisser pour résidu de l'*argent filiforme*.

» La composition de ces deux sels est la suivante :

Hexylnitrite de potassium... $C^6H^{11}Az^2O^4K = CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2-CAz^2O^4K$
Hexylnitrite d'argent....... $C^6H^{11}Az^2O^4Ag = CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2-CAz^2O^4Ag$

$0^{gr},2577$ du sel de K ont donné................. $0^{gr},1047\ SO^4K^2$
$0^{gr},2758$ du sel de Ag ont donné............ ... $0^{gr},1399\ AgCl$

	Calculé.	Trouvé.
Potassium pour 100	18,22	18,21
Argent »	38,16	38,18

» III. *Essai qualitatif.* — La formation des acides alkylnitreux dans les conditions que je viens d'indiquer est si nette, qu'elle fournit une excellente réaction, n'exigeant que fort peu de matière, pour reconnaître si un alcool donné est primaire ou secondaire. Il suffit d'en attaquer 1^{cc} environ par l'acide nitrique, dans un tube à essais; de verser de l'eau sur le produit, puis de l'éther et d'agiter. La couche éthérée est décantée et recueillie dans un verre de montre. Après l'évaporation de l'éther, on dissout le résidu dans un peu d'alcool et l'on ajoute quelques gouttes de potasse alcoolique. Avec un alcool primaire, rien de particulier ne se produira; mais, si l'on a eu affaire à un alcool secondaire, on verra bientôt apparaître un alkylnitrite sous la forme de petits prismes jaunes.

» On voit par ce qui précède que cette réaction caractérise nettement les alcools secondaires, et probablement aussi les termes élevés des alcools tertiaires. On avait déjà l'élégante méthode de M. Victor Meyer pour distinguer entre eux les alcools des diverses classes (¹); mais, comme l'a constaté ce savant chimiste, ces réactions colorées ne sont données que par les premiers termes. Celle que je propose se produit avec tous les alcools

(¹) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXXX, p. 139 et 143.

secondaires, l'alcool isopropylique excepté. L'emploi successif des deux méthodes permettra donc de reconnaître dans tous les cas la constitution d'un alcool proposé. »

CHIMIE. — *Action de l'eau oxygénée sur les oxydes de cérium et de thorium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« La récente publication (¹) d'un travail étendu de M. Clève, relatif à l'action de l'eau oxygénée sur les terres rares (Yt^2O^3, Ce^2O^3, ThO^2, etc.), m'engage à ne pas poursuivre les essais que j'avais commencés dans la même voie. Je me bornerai à exposer ici quelques observations, se rapportant à la peroxydation de Ce^2O^3 et de ThO^2.

» Le dosage de l'oxygène, en excès sur celui qui est contenu dans les oxydes Ce^2O^3 et ThO^2, a été fait de deux façons (²) :

» A. On introduit les peroxydes, récemment mais complètement lavés, dans un mélange d'acide chlorhydrique étendu, d'iodure de potassium et de sulfure de carbone; ce dernier corps se colore par l'iode, mis en liberté, et la comparaison de sa teinte avec celles de solutions titrées d'iode dans CS^2, permet de déterminer l'iode séparé et, par suite, l'oxygène provenant du composé essayé.

» B. On traite les peroxydes par un mélange d'acide chlorhydrique étendu, d'iodure de potassium et d'amidon. Le titrage de l'iode se fait au moyen d'une solution de sulfite de soude.

» *Cérium.* — La solution de sulfate céreux est traitée par un petit excès d'ammoniaque, et la masse est additionnée d'eau oxygénée. On filtre et on lave. Le précipité est alors essayé comme il vient d'être dit.

» J'ai obtenu des quantités d'oxygène correspondant aux formules suivantes :

» Par le procédé A (deux expériences concordantes) $CeO^{3,05}$;

» Par le procédé B (deux expériences concordantes) $CeO^{2,95}$.

» Soit en moyenne CeO^3, ce qui correspond à 14,49 d'oxygène de peroxydation pour 100 de Ce^2O^3 (prenant $Ce = 141,6$). M. Clève a trouvé des nombres allant de 13,71 à 14,08 pour 100.

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, p. 53, janvier 1885.

(²) Les sels de Ce^2O^3 et ThO^2 ne dégagent pas d'iode dans les conditions des essais A et B. Je dois les composés de cérium et de thorium qui m'ont servi à l'obligeance de M. Demarçay.

» L'oxygène disponible dans les précipités rouge orangé, obtenus à chaud au moyen de l'eau oxygénée et de l'acétate de cérium, est moindre que celui des précipités résultant de l'action simultanée de AzH^3 et H^2O^2.

» On emploie, pour reconnaître le cérium, une méthode qui consiste à sursaturer la solution par un acétate alcalin et à chauffer modérément, après addition d'eau oxygénée. Le précipité (d'abord blanc, si l'on part d'un sel céreux) se colore en rouge orangé. Il arrive cependant parfois, avec les sels céreux, que le dépôt ne se teinte qu'en jaune pâle, ou même reste blanc. Cet effet se produit surtout quand, après avoir fait bouillir le sel avec HCl, on a étendu d'eau, sursaturé par l'acétate alcalin, fait bouillir, enfin refroidi avant de verser l'eau oxygénée. Dans ce cas, le précipité ne rougit pas quand on chauffe modérément la liqueur, et on pourrait confondre le cérium avec le thorium, erreur qui s'évite en arrosant le dépôt d'ammoniaque et ajoutant de l'eau oxygénée. La coloration rouge orangé se produit alors avec certitude.

» Un fait que je ne m'explique pas et sur lequel j'ose appeler l'attention du savant chimiste suédois qui s'occupe de ces questions, c'est que le précipité blanc formé par l'eau oxygénée dans l'acétate céreux ne met pas d'iode en liberté lorsqu'on l'introduit dans les mélanges iodurés; ce composé ne paraît donc pas contenir plus d'oxygène que Ce^2O^3; mais alors comment l'eau oxygénée en provoque-t-elle la formation? Cet effet ne semble point d'ailleurs être attribuable à une réduction de Ce^2O^3 pendant l'ébullition de l'acétate, car si, au lieu d'eau oxygénée, on met un peu d'amidon dans la liqueur, celle-ci se colore en bleu dès qu'on y introduit la plus petite quantité d'iode.

» *Thorium*. — L'acétate de thorine donne, à chaud, par l'action de H^2O^2, un précipité blanc qui abandonne de l'oxygène aux mélanges iodurés. En traitant un sel de thorine à froid, par AzH^3 et H^2O^2, on obtient un composé plus riche en oxygène, pour lequel j'ai trouvé :

Procédé B.

Première expérience :	$ThO^{3,48}$	prenant Th = 234
Deuxième expérience :	$ThO^{3,65}$	
Troisième expérience :	$ThO^{3,71}$	
Quatrième expérience :	$ThO^{3,54}$	

En moyenne : $ThO^{3,595}$ ou $Th^2O^{7,19}$

» M. Clève a trouvé le peroxyde de thorium légèrement moins riche

en oxygène que Th^2O^7. Comme j'ai également obtenu pour le peroxyde de cérium un peu plus d'oxygène que M. Clève, il n'est pas impossible que mes dosages aient été généralement un peu trop forts. »

CHIMIE. — *Rectification à une Communication antérieure, relative au spectre du samarium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« A l'origine de mes recherches sur le samarium [1] et lorsque je n'avais encore entre les mains que très peu de matière, j'avais observé, avec l'étincelle d'induction tirée sur la solution chlorhydrique de la terre, quatre bandes peu intenses, ayant leurs bords extrêmes les plus réfrangibles placés vers 578, 566, 489 et 461. Le spectre d'émission, inconnu à l'époque de mon observation, accompagnait les belles bandes d'absorption si caractéristiques du samarium et m'avait en conséquence paru devoir être attribué à ce nouvel élément. Toutefois, je dois rectifier cette opinion, qui ne s'est pas vérifiée, car le spectre des quatre bandes d'émission disparut des composés du samarium quand ceux-ci eurent été suffisamment purifiés.

» M. de Marignac ayant eu l'obligeance de m'envoyer un échantillon de sa terre Y_α, j'ai pu en dessiner le spectre électrique et j'y ai retrouvé, avec une intensité beaucoup plus considérable, les quatre bandes précédentes.

» Ainsi que M. Clève l'a fait remarquer et que je l'ai constaté moi-même, le samarium et l'Y_α sont fort difficiles à séparer : c'est ce qui explique, dans mon premier samarium, la persistance obstinée d'une petite quantité d'Y_α, dont l'élimination n'a été obtenue qu'après de très nombreux fractionnements. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les vents du nord de la Perse et sur le fœhn du Guilan.* Note de M. **J.-D. Tholozan**, transmise par M. Larrey.

« En temps ordinaire, toutes les vallées de l'Elbourz présentent, le jour, un courant atmosphérique ascendant plus ou moins fort. Pour le littoral de la Caspienne, c'est la brise de mer, dirigée du nord au sud; pour le versant méridional de la chaîne de l'Elbourz, c'est la brise de terre, dirigée du sud au nord. C'est là un phénomène très général, qu'on observe ici comme

---

[1] *Comptes rendus*, février 1879, p. 322.

dans l'Himalaya et dans beaucoup d'autres chaînes de montagnes. Il ne souffre presque pas d'exceptions et est aussi vrai dans les parties élevées que dans les parties basses du pays. Ces deux brises opposées, qu'on pourrait appeler *normales*, se rencontrent, dans l'intérieur de l'Elbourz, à des distances inégales de leur point de départ. J'ai presque constamment observé que la brise de mer, plus puissante que celle de terre, pénètre plus avant dans les montagnes et s'étend quelquefois même, en temps calme, jusqu'aux derniers sommets méridionaux de l'Elbourz. Ces deux brises sont très fraîches dès que l'air s'est un peu dilaté après une certaine ascension dans les vallées. Sur le sommet des montagnes, elles sont froides, qu'elles viennent des rivages brûlants de la Caspienne ou du voisinage torride du désert salé.

» La nuit, un phénomène inverse a lieu, soit immédiatement, soit quelques heures après le coucher du soleil : une brise fraîche et salubre descend des montagnes, au nord vers la mer et au sud vers la plaine.

» Quand il y a des orages ou des tempêtes, ces mouvements normaux de l'atmosphère sont modifiés. Les perturbations atmosphériques viennent ordinairement du nord. La mer Caspienne joue un rôle important dans la météorologie du Guilan, du Mazendéran, du Khorassan, de l'Irak et même du Kurdestan. Sans la présence de cette vaste nappe d'eau, on peut dire que tout le nord de la Perse serait un désert. Pendant les étés brûlants, cette mer donne naissance à une masse considérable de vapeurs. Une grande partie de celle-ci, poussée par les vents du nord, se précipite en pluie sur le versant septentrional de l'Elbourz et entretient les grandes forêts, les pâturages et les fertiles cultures du Mazendéran et du Guilan. L'autre partie de la vapeur d'eau, emportée par les courants atmosphériques, traverse les défilés des montagnes et se répand à l'ouest, à l'est et au sud de la chaîne de l'Elbourz. Dans les vallées et dans les plaines situées sur le versant méridional de l'Elbourz, où la température est plus élevée, l'air n'est plus saturé, mais demeure très humide, et la vapeur d'eau est transportée de là à de grandes distances de la mer.

» Les localités où ce phénomène est le plus saillant sont, de l'ouest à l'est :

» 1° La vallée du Séfidroud, à l'angle sud-ouest de la Caspienne, à l'entrée du Guilan, entre les petites villes de Mendjil et de Roudbar; le Séfidroud traverse l'Elbourz dans un étroit défilé, à une altitude de 400^{m}. Nulle part, ce massif de montagnes ne présente une entaille aussi profonde. Nulle part ailleurs, la chaîne n'est coupée dans son ensemble par un cours d'eau

venant des hauts plateaux de la Perse. C'est là que le vent humide a toute sa force; son intensité est telle que les voyageurs à cheval sont souvent obligés de mettre pied à terre pour traverser le pont. Pendant ce vent du nord-est, les sommets des montagnes voisines se couvrent de nuages sur une étendue de 30^{km}, 40^{km} et même 50^{km} de chaque côté du défilé. Il pleut alors le plus souvent dans le Guilan, et la température de tous les districts voisins s'abaisse notablement. Ce grand courant atmosphérique s'étend, d'une part, à l'ouest sur le haut plateau de Sultanié, le dépasse et va répandre la fertilité dans le district de Guerrous et jusque dans la partie orientale du Kurdistan. D'autre part, le vent de Mendjil se dirige directement au sud, remonte les pentes du Kharzan et en redescend avec impétuosité sur la ville de Cazbine. Le vent de Mendjil commence ordinairement à midi ou dans l'après-midi; il cesse généralement après le coucher du soleil; quelquefois il dure plusieurs jours consécutifs; il est plus fort l'été que l'hiver.

» 2° Entre l'angle sud-ouest de la Caspienne et son extrémité sud-est, existent de nombreux cours d'eau dirigés du sud au nord, comme les vallées qu'ils parcourent. Ce sont autant de routes que suivent les vapeurs de la Caspienne pour apporter la fraîcheur et l'humidité dans les hauts plateaux du Mazendéran. Pendant les orages et les bourrasques, ces vapeurs dépassent les cols des montagnes les plus élevées et s'étendent au sud de l'Elbourz, dans les plaines de l'Irak et jusque dans le désert salé. Les principaux de ces déversoirs sont : la vallée du Chalouz, celle de l'Eraz, qui passe au pied du cône du Demavend, celle qui, partant des environs de Sari, aboutit au col de Hirouzkouh.

» 3° Au sud et au sud-ouest d'Astérabad, plusieurs vallées aboutissent à la montagne de Chahkouh. Le vent, qui les parcourt souvent de bas en haut, descend ensuite avec impétuosité dans les plaines de Damghan et de Chahroud. Celui de la première de ces villes est un des vents les plus forts de l'Elbourz; il se dirige du nord-ouest au sud-est, dans le désert, sur une étendue de plus de 300^{km}. Les habitants du pays affirment que, sans ces puissantes effluves d'air frais et humide, ce district fertile serait bientôt envahi par le désert salé qui le borne au sud.

» 4° Les bourrasques du nord-ouest, qui règnent fréquemment sur la Caspienne, projettent aussi les vapeurs de cette mer sur les vallées du Gourgan et de l'Atrek. Le courant atmosphérique les fait remonter jusqu'aux sources de ces rivières, dans les districts de Boujnourd et de Qoutchan. Une partie de ces vapeurs descend vers le sud, passe sur Djâdjerm,

parcourt le pays de Djovein, et a son principal déversoir sur la plaine et dans le désert salé par la vallée du Karasou et le défilé d'Abbasabad. L'autre partie continue sa marche primitive vers l'est, apporte souvent un peu de pluie l'été sur les montagnes, et s'étend jusqu'aux environs de Méched.

» Au sud de la chaîne de l'Elbourz, comme au nord le long du rivage de la Caspienne, ce sont les vents d'ouest qui prédominent jusqu'à la frontière du Khorassan et même au delà. Nulle part on ne voit sur le versant méridional de ces montagnes les perturbations atmosphériques amener des vents tempétueux du sud dans les vallées, les pousser au sommet de la chaîne pour les faire redescendre de là vers la mer. Pourtant, on observe assez souvent dans le Guilan un vent de terre chaud et d'une extrême sécheresse. Les particularités de sa marche ne sont pas faciles à saisir. Il ne s'engouffre pas de haut en bas dans la vallée du Séfidroud après s'être dépouillé de son humidité sur les hauts sommets, il ne s'y condense pas en descendant vers la mer de manière à arriver sec et chaud dans la plaine du Guilan. Les phénomènes de déshydratation et de réchauffement se passent très probablement à une certaine distance du sol, car on ne les observe ni dans les vallées ni sur les montagnes. Quand le vent chaud règne dans le Guilan, on n'observe à Mendjil, à l'entrée de la vallée, qu'une légère brise de terre. Dans le Guilan, le mouvement atmosphérique est tourbillonnant : il paraît descendre verticalement des régions élevées de l'atmosphère. Le vent a, du reste, tous les caractères du fœhn tel qu'on l'observe dans quelques régions montagneuses de l'Europe. C'est un mouvement tempétueux de l'air qui couvre le ciel de nuages, qui fait disparaître en quelques heures les neiges, qui dessèche les boues et les marais du Guilan et qui assainit sous ce rapport le pays, plein souvent d'une humidité insupportable. Les charpentes des maisons et les meubles ressentent ses effets : ils craquent et se fendent; les habitants sont obligés de prendre les plus grandes précautions pour se préserver des incendies. Il a son maximum d'intensité au village de Kodoum, à 24^{km} de la ville de Rècht. Il se fait sentir le plus souvent à l'automne; mais il règne aussi quelquefois au printemps et en hiver, quand les hauts plateaux de la Perse sont couverts de neige. Il se montre dans tout le Guilan et dans la partie occidentale du Mazendéran; quelquefois il règne au milieu de la forêt, à Kodoum, et ne se montre que plusieurs jours après à Rècht. Il souffle quelquefois sur le golfe du Guilan et sur le lac d'Enzéli, où son mouvement gyratoire gêne beaucoup la navigation. Il n'épargne aucune localité

du Guilan, pas plus le district de Lahidjan, situé au sud-est, que celui du Câlisch, situé au nord. Sa température est moins élevée à Roustemabad et à Roudban, le long de la partie élevée du Séfidroud, qu'à Rècht, qui est à quelques mètres seulement au-dessus de la Caspienne. »

M. de Lesseps dépose sur le bureau de l'Académie quelques exemplaires d'un document résumant les résolutions de la Commission internationale d'ingénieurs et de marins, sur la navigation du canal de Suez.

« Cette Commission était composée de délégués de la France, de l'Angleterre, de l'Espagne, de l'Autriche, de l'Italie, de l'Allemagne, de la Hollande et de la Russie. Elle a déterminé les phases successives d'un programme complet et définitif pour l'élargissement et l'approfondissement du canal d'une mer à l'autre. L'entente qui s'est établie entre les grandes puissances maritimes ne peut manquer d'avoir pour conséquence la neutralisation du Bosphore égyptien.

» J'aime à rappeler aujourd'hui, ajoute M. de Lesseps, que l'Académie des Sciences, sur le Rapport du baron Charles Dupin, avait donné, il y a trente ans, son approbation aux études que je lui avais présentées sur une entreprise, disait ce Rapport, utile à l'ensemble du genre humain. »

M. H. Milne-Edwards transmet à l'Académie un exemplaire d'une Notice, qu'il vient de publier dans le *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France,* sur « Les travaux physiologiques de Lavoisier ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Duval-Jouve*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Grand'Eury obtient	42 suffrages
M. Heckel.	3 »

M. Grand'Eury, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Réponse à quelques-unes des critiques formulées à propos de la Note du 5 janvier, sur la reproduction du Phylloxera et l'emploi du sulfure de carbone.* Extrait d'une Lettre de M. **P. Boiteau** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouges, le 27 février 1885.

» Dans trois Notes communiquées à l'Académie, l'une le 19 janvier par M. Balbiani, les deux autres les 2 et 9 février par M. Prosper de Lafitte, il est question des observations que j'ai adressées le 5 janvier sur la génération du Phylloxera et ses traitements; je voudrais répondre brièvement à quelques-unes des objections qui me sont faites.

» M. Balbiani cite les observations de M. Rouanet, de Clermont (Hérault), qui a employé un mélange pulvérulent de coaltar, huile lourde et naphtaline, avec la chaux vive, et a obtenu d'excellents résultats pour la destruction de l'œuf d'hiver et la dégénérescence de l'insecte.... Mais, si l'on examine la méthode de M. Rouanet, on peut remarquer qu'il mélange sa poudre insecticide à de l'engrais; ce n'est plus l'insecticide seul qui agit, mais plutôt sans doute l'engrais employé. Quant à moi, dans les expériences que j'ai faites des poudres coaltarées mélangées aux engrais, j'ai toujours trouvé les insectes bien portants, sur les racines végétant au milieu de ces mélanges.

» .... Le deuxième fait sur lequel s'appuie M. Balbiani se rapporte à la vigne de M. Antonio Grand, de Villeurbanne (Rhône), qui reçoit des fumigations de naphtaline. Ces fumigations, en vase clos, auraient nécessairement de l'influence sur le Phylloxera; mais, en plein air, je doute qu'elles soient très efficaces; la cause de résistance de ces plans me paraît devoir être cherchée probablement dans la nature du sol....

» M. Balbiani pense que j'ai commis des erreurs dans mes élevages, et qu'il est vraisemblable que quelques œufs fécondés ont échappé à mon attention et servi à régénérer les colonies épuisées. Cette erreur est impossible, puisque je prends les œufs des agames à leur ponte, et que je les fais éclore dans un tube séparé, où les insectes qui en proviennent doivent pondre à leur tour. Les œufs qui proviennent de ceux-ci sont mis dans un

nouveau tube, et ainsi de suite. En supposant même que des œufs d'hiver fécondés soient mélangés aux œufs d'agames, il n'y aurait rien à craindre, car je ne sache pas que personne soit encore parvenu à faire fixer cette première génération sur les racines. C'est un fait que je me propose de vérifier encore cette année, soit en tube, soit sur des pieds en pots.

» Par les motifs que j'ai exposés dans mes précédentes Notes, je suis convaincu que les badigeonnages seuls, dans les conditions où il sera matériellement possible de les faire, ne donneront pas les résultats qu'on en attend, et qu'il y aurait danger de compter sur leur efficacité pour conserver le vignoble en santé. Pour venir à l'appui de ces considérations, il me suffira de citer les conclusions de la Communication que vient de faire M. Faudrin, d'Aix, à l'Académie des Sciences. Depuis cinq ans, l'auteur a fait badigeonner, en hiver, les ceps taillés, avec une solution de sulfate de fer à la dose de 1^{kg} dans 2^{lit} d'eau, ou avec une solution de 1^{kg} dans 5^{lit} d'eau de sulfate de cuivre. Le résultat a été de détruire, non seulement les œufs, mais les insectes qui se trouvaient sur les écorces, ainsi que les spores et leurs végétations cryptogamiques, tandis que ce remède n'a pu empêcher le Phylloxera d'envahir les racines.

» De mon côté, j'ai fait pendant plusieurs années des expériences de badigeonnage d'une manière générale, et les résultats qui, au début, me paraissaient satisfaisants, n'ont eu nul effet avantageux dans la suite; je n'ai réussi qu'à mortifier une partie de mes souches et à me causer ainsi des dommages considérables. Il est vrai que ces premières expériences étaient faites avec des mélanges mal préparés; mais, s'ils détruisaient les souches, ils n'étaient que plus efficaces sur les œufs d'hiver.

La première Communication de M. P. de Lafitte réfute, comme M. Balbiani, les points de ma Note qui se rapportent à la génération de l'insecte et à la destruction de l'œuf d'hiver; seulement, je trouve que M. de Lafitte tient encore moins compte des réinvasions que M. Balbiani. Il est un fait certain, c'est que l'émigration souterraine dans une vigne phylloxérée est considérable, et que c'est par millions que se promènent ces êtres microscopiques, qui sont disséminés par les vents dans toutes les directions et à de grandes distances. Cette diffusion est tellement grande, que les œufs d'hiver ne comptent pas pour $\frac{1}{1000}$ dans la régénération des foyers. Quelques ceps non badigeonnés, ou quelques œufs qui échappent produisent des légions d'insectes régénérés, qui alimentent de larges surfaces. Si les générations s'épuisaient en une année, il y aurait chance d'arriver à un résultat

limitant suffisamment la production ; mais, avec la seule perspective de trois ou quatre années, il est impossible de diminuer assez les générations pour les empêcher de détruire les ceps de vignes.

» Si les insectes diminuent notablement dans un vignoble, c'est que le système radiculaire se trouve réduit aux gros troncs, et que la nourriture fait défaut pour pousser à la grande multiplication. Dès que les radicelles se reforment et offrent une alimentation substantielle, on voit les insectes isolés devenir légion et étonner par leur puissance de prolifération.

» ..... Je termine, sur ces points, en prenant l'aveu de M. de Lafitte : qu'il ne compte pas éteindre l'insecte en détruisant l'œuf d'hiver et que, du reste, aucun de nous n'espère détruire chaque année tous les œufs d'hiver, parce qu'il y faudrait un traitement parfait, exécuté en perfection. Ce qui nous intéresse, ajoute M. de Laffitte, c'est de savoir si le nombre des insectes deviendra assez petit pour que la vigne puisse les nourrir sans être épuisée.

» D'après ces conclusions, je vais dire à M. de Lafitte et aux viticulteurs ce qui arrivera : Si vous ne détruisez pas tous les œufs d'hiver (et en effet vous ne pouvez pas y viser), il en restera toujours assez pour amener une régénération qui doit durer plus de quatre ans; les régénérations succèdant aux régénérations, vous aurez toujours un nombre d'insectes assez considérable pour détruire le système radicellaire de votre vigne. A mesure que le système radicellaire disparaîtra, les vignes baisseront dans leur végétation, et les insectes, qui ne trouveront plus qu'une alimentation insuffisante, émigreront en grande quantité. La vigne ainsi débarrassée, si elle n'est pas tout à fait morte, s'organisera un nouveau système radicellaire, qui remontera la végétation aérienne; mais, après un ou deux ans, les insectes reprendront de nouveau le dessus et la vigne retombera encore et plus rapidement, et souvent pour ne plus se relever, à moins que le terrain ne soit frais, riche et profond, et qu'on ne lui vienne en aide par des fumures et des façons multipliées.

» Dans sa deuxième Communication, M. de Lafitte critique mes appréciations sur les instruments destinés à distribuer le sulfure de carbone et sur les époques qui conviennent le mieux pour son application.

» .... Les terrains qui ne peuvent pas être sulfurés l'été avec les instruments à traction sont une exception, au lieu d'être la règle, et ce sont justement les pals qui ne peuvent pas fonctionner à ce moment, malgré l'artifice de l'avant-pal. Dans toutes les vignes bien travaillées, on peut sul-

furer l'été au moyen des charrues, non pas avec plusieurs attelages, mais bien avec un bœuf, une vache ou un cheval.

» .... Pour ce qui est de la profondeur, j'ai expérimenté deux ans avant de conclure; seulement il ne faut pas croire que l'application faite avec les pals à $0^m,12$ ou $0^m,15$ donnera les mêmes résultats que les applications faites avec une bonne charrue sulfureuse. J'entends par bonne charrue sulfureuse celle qui trace un sillon très étroit et qui emprisonne bien le sulfure, soit par la disposition de son couteau, soit par son tasseau, mais surtout par le premier.

» Il est certain, ainsi que le dit M. Balbiani, que les doses faibles d'insecticides agissant pendant très longtemps sont plus efficaces que les doses fortes, mais passagères. Nous ajouterons qu'elles sont souvent trop efficaces l'hiver, alors surtout qu'il survient des pluies abondantes, ou lorsqu'on opère sur des terrains argileux. Dans ces conditions on tue les insectes, mais souvent la vigne n'en réchappe pas. Pendant l'été, jamais d'accidents de cette sorte, et les insectes sont foudroyés en quelques heures.... On a, de plus, l'avantage de détruire les insectes au moment où ils exerceraient leurs ravages, ce qui permet aux radicelles de se développer et de s'organiser, soit pour offrir plus de résistance aux nouvelles piqûres, soit pour conduire à bonne fin la récolte pendante et assurer la réserve nécessaire à la végétation printanière de l'année suivante. »

MM. Ed. Heckel et Fr. Schlagdenhauffen adressent, pour le concours du prix Barbier, un Mémoire intitulé : « Du Doundaké et de son écorce dite Quinquina d'Afrique ou Kina du Rio-Nuñez, au point de vue botanique, chimique, thérapeutique et industriel ».

(Renvoi à la Commission.)

M. Th. Job adresse, pour le concours du prix Bordin, un Mémoire écrit en anglais, sur l'origine de l'Électricité atmosphérique.

(Renvoi à la Commission.)

M. Latapie adresse un Mémoire sur le choléra asiatique.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Boyeldieu** adresse une Note relative à un « système de mire à cotes définitives ».

(Renvoi à l'examen de M. Perrier.)

CORRESPONDANCE.

M. **Sirodot**, élu Correspondant pour la Section de Botanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale l'omission, dans le *Compte rendu* de la Séance publique annuelle, d'une mention honorable accordée à M. *Bloch*, pour le prix de Physiologie expérimentale.

Une analyse sommaire des travaux de M. Bloch a été donnée dans le Rapport de la Commission (p. 539 de ce Volume).

MM. **Marsaut**, **Cotteau**, **E. Rivière**, **Hache**, **Jolyet**, **Valson**, **Nicaise**, **Tourneux**, **Cadet de Gassicourt**, **Chancel**, **Laffont**, **de Tastes**, **Testut**, **Riggenbach**, **Fischer**, **Marion**, **Motelay**, **Frédéricq**, **E. Barbier**, **L. Vaillant**, **H. Viallanes**, adressent leurs remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet, dans la Séance publique annuelle.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre et sur la formation de la queue de la comète d'Encke.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« L'étude du spectre de la comète d'Encke a été commencée le 7 février à l'observatoire d'Alger; ce spectre s'est montré formé des trois bandes ordinaires des combinaisons hydrocarburées; la bande moyenne avait, dès le 7 février, un très grand éclat, tandis que la troisième bande, la plus réfrangible, ne se voyait qu'avec difficulté, mais son éclat a augmenté graduellement du 7 au 16 février.

» Le spectre continu du noyau a paru toujours très faible, sauf sur les bandes mêmes, où sa place était indiquée par un renforcement de lumière très remarquable, mais j'ai toujours eu beaucoup de peine à le distinguer entre les bandes, où il m'est arrivé même de n'en pouvoir découvrir aucune trace. Si cette observation est confirmée par les études, faites en

d'autres stations et dans des conditions instrumentales différentes, il en faudra conclure que la proportion de lumière solaire réfléchie par cette comète est très faible et que l'astre est, en grande partie sinon en totalité, formé d'éléments gazeux.

» Il m'a paru intéressant de chercher à saisir le moment où l'on verrait la comète fuser, suivant l'expression de M. Faye, dans la région opposée au Soleil et où la queue commencerait à apparaître. Je crois pouvoir fixer l'époque de cette formation entre le 11 et 12 février. Le 11, j'avais déterminé la position de la comète, sans remarquer aucune apparence de queue; mais, le 12, j'inscrivais sur mon carnet d'observations la remarque suivante :

« Février 12. — La nébulosité paraît s'allonger dans l'angle de position 40° (estime). »

» En y regardant avec plus d'attention, je crus apercevoir, dans cet angle de position, une traînée lumineuse dont j'essayai de déterminer la direction exacte, mais les mesures étaient fort difficiles et sont, par conséquent, fort incertaines. Les observations suivantes du 13 et du 14 février confirmèrent toutefois l'existence de cette traînée lumineuse dans l'angle nord-ouest, et, le 16, la présence d'une queue à axe en ligne droite était absolument certaine. La forme en éventail se montrait nettement; on pouvait suivre la queue jusqu'à 15′ d'arc environ du noyau. On voyait en même temps que la comète avait commencé à fuser par l'autre bout, car le noyau n'occupait plus le centre de la nébulosité ([1]).

» Les mesures d'angle de position, faites le 16 février, ont donné les résultats suivants pour la direction de l'axe de la queue.

	53°,7
	53,5
	55,0
Moyenne.....	54,1

» La direction ainsi déterminée passe presque rigoureusement par le centre du Soleil, car l'angle de position du grand cercle contenant les centres du Soleil et de la comète, calculé pour l'époque des observations ([2]),

([1]) Cette remarque avait été faite dès le 7 février par M. Bigourdan (voir *Comptes rendus*, séance du 9 février dernier). Il semblerait donc que l'émission de matière cométaire aurait commencé, dans la région située du côté du Soleil, bien avant celle qui, dans la région opposée, détermine la formation de la queue.

([2]) A ce moment, la distance de la comète au Soleil était 0,5936 et sa distance à la Terre 1,0186.

$7^h 0^m$ temps moyen d'Alger, a été trouvé de 55°,4. La différence 1°,3 entre le calcul et l'observation est bien plus faible qu'on ne pouvait l'attendre, eu égard à la difficulté ordinaire des mesures de ce genre; aussi dois-je dire que, dans ce cas particulier, les mesures étaient rendues beaucoup plus faciles par la présence d'une petite étoile dans le voisinage de l'axe de la queue. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M.* Darboux. Note de M. É. **Picard**, présentée par M. Darboux.

« Dans son Mémoire sur les équations différentielles du premier ordre et du premier degré (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, t. II, 1878), M. Darboux a fait connaître un théorème extrêmement remarquable, d'après lequel on peut former l'intégrale générale de ces équations quand on en connaît un nombre suffisant de solutions particulières algébriques. La méthode employée par l'éminent géomètre peut, sous certaines conditions, être étendue aux équations du premier ordre de degré quelconque; c'est cette extension, bien facile d'ailleurs, que je voudrais indiquer brièvement dans cette Note.

» Considérons l'équation différentielle du premier ordre

$$P(x, y, z)dx + Q(x, y, z)dy = 0,$$

où P et Q sont des polynômes de degré m; z étant la fonction algébrique de x et y définie par la relation irréductible de degré p,

$$f(x, y, z) = 0. \tag{1}$$

» Supposons que l'on ait une intégrale algébrique de l'équation différentielle en joignant à l'équation (1) la seconde équation

$$\varphi(x, y, z) = 0, \tag{2}$$

l'intersection *complète* des surfaces (1) et (2) donnant une intégrale; nous aurons alors, pour les points de rencontre de ces deux surfaces,

$$P\left(\frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial \varphi}{\partial z} - \frac{\partial f}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right) + Q\left(\frac{\partial f}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right) = 0.$$

» Admettons d'abord qu'aucune courbe d'intersection des surfaces f,

et φ ne soit une ligne multiple de la surface f; nous aurons alors l'identité

$$(3) \qquad P\left(\frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial \varphi}{\partial z} - \frac{\partial f}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right) + Q\left(\frac{\partial f}{\partial z}\frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right) = Af + B\varphi,$$

où A et B sont des polynômes, le polynôme B étant de degré $m + p - 2$.

» De cette relation, nous pouvons conclure que, quand on connaîtra un certain nombre d'intégrales algébriques, telles que la précédente, on pourra former l'intégrale générale.

» Soient, en effet,

$$\varphi_1(x, y, z) = 0, \quad \varphi_2(x, y, z) = 0, \quad \ldots, \quad \varphi_r(x, y, z) = 0$$

r relations qui, jointes à l'équation (1), donnent r solutions particulières de l'équation différentielle, et désignons par B_1, B_2, ..., B_r les polynômes B correspondants.

» Si l'on détermine les constantes α_1, α_2, ..., α_r, de manière que

$$\alpha_1 B_1 + \alpha_2 B_2 + \ldots + \alpha_r B_r$$

soit divisible par $f(x, y, z)$, *l'intégrale générale de l'équation différentielle s'obtiendra en joignant à l'équation* (1) *l'équation*

$$\varphi_1^{\alpha_1} \varphi_2^{\alpha_2} \ldots \varphi_r^{\alpha_r} = C,$$

C étant la constante arbitraire. Or la détermination des constantes sera certainement possible si r est égal à

$$\frac{p^3 + 3p^2 m + (3m^2 - 1)p}{6}.$$

» Nous avons admis, dans ce qui précède, qu'aucune courbe d'intersection des surfaces f et φ n'était une ligne multiple de la surface f. Lorsqu'il en sera ainsi, les considérations précédentes seront encore applicables dans un cas étendu. Supposons que les surfaces φ passent par certaines lignes multiples C de la surface f; nous serons encore assuré d'avoir l'identité (3) si les surfaces

$$P(x, y, z) = 0, \quad Q(x, y, z) = 0$$

passent par les courbes C. C'est ce qu'on démontrera facilement en s'appuyant sur un important théorème de M. Nœther, relatif aux surfaces passant par l'intersection de deux autres surfaces (*Math. Annalen*, t. VI).

» Indiquons, en terminant, un cas intéressant où les remarques précé-

dentes pourront trouver leur application : c'est celui où l'intégrale générale de l'équation différentielle

$$f\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0$$

serait algébrique. Il résulte, en effet, d'une récente étude de M. Fuchs (*Sitzungsberichte* de l'Académie de Berlin, 1884) que l'intégrale générale sera donnée, dans ce cas, par les deux équations

$$f(x, y, z) = 0, \quad R(x, y, z) = C,$$

où R est une fonction rationnelle de x, y et z, C étant la constante arbitraire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les polynômes de Jacobi.* Note de M. STIELTJES, présentée par M. Hermite.

« L'équation

$$\mathfrak{F}(-n, n+\alpha+\beta-1, \alpha, x) = 0$$

peut se mettre sous la forme

$$(1) \qquad x^n - \frac{n.a}{1.c}x^{n-1} + \frac{n(n-1)a(a-1)}{1.2.c(c-1)}x^{n-2} - \ldots = 0,$$

où $a = \alpha + n - 1$, $c = \alpha + \beta + 2n - 2$. Nous désignerons le premier membre par X ou par $\varphi(n, a, c)$.

» On a, pour $x = 0$,

$$X = (-1)^n \frac{a(a-1)\ldots(a-n+1)}{c(c-1)\ldots(c-n+1)},$$

et pour $x = 1$,

$$X = \frac{b(b-1)\ldots(b-n+1)}{c(c-1)\ldots(c-n+1)},$$

en posant $b = \beta + n - 1$: donc

$$a + b = c.$$

Par le changement de x en $1 - x$, l'équation (1) devient

$$(1') \qquad x^n - \frac{n.b}{1.c}x^{n-1} + \frac{n(n-1)b(b-1)}{1.2.c(c-1)}x^{n-2} - \ldots = 0.$$

» Soit $\frac{dX}{dx} = X$, et, en formant la série de Sturm,

$$X = Q X_1 - X_2,$$
$$X_1 = Q_1 X_2 - X_3,$$
$$X_2 = Q_2 X_3 - X_4,$$

soient $a_1, a_2, a_3, \ldots$ les coefficients des plus hautes puissances de x dans $X_1, X_2, X_3, \ldots$. On a alors

$$X = \varphi(n, a, c), \quad X_1 = n\varphi(n-1, a, c),$$

ensuite

(2)
$$\left\{\begin{array}{l} a_1^2 X_2 = n^2(n-1)\dfrac{a.b}{c^2(c-1)}\varphi(n-2, a-1, c-2), \\ a_1^2 a_2^2 X_3 = n^3(n-1)^2(n-2)\dfrac{a^2(a-1)b^2(b-1)}{c^4(c-1)^3(c-2)^2(c-3)}(c-n)\varphi(n-3, a-2, c-4), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_1^2 a_2^2, \ldots, a_{k-1}^2 X_k = \dfrac{\prod_0^{k-1}(n-r)^{k-r}(a-r)^{k-1-r}(b-r)^{k-1-r}}{\prod_0^{2k-3}(c-r)^{2k-2-r}} \\ \qquad \times \prod_0^{k-3}(c-n-r)^{k-2-r}\varphi(n-k, a-k+1, c-2k+2). \end{array}\right.$$

» Ces fonctions $a_1^2 X_2, a_1^2 a_2^2 X_3, \ldots$ sont précisément celles qui ont été indiquées par M. Sylvester et qui s'expriment ainsi en fonction des racines $x_1, x_2, \ldots, x_n$ de $X = 0$:

$$\Sigma(x_1 - x_2)^2(x - x_3)(x - x_4)\ldots,$$
$$\Sigma(x_1 - x_2)^2(x_2 - x_3)^2(x_3 - x_1)^2(x - x_4)\ldots.$$

» On voit par là que les coefficients

$$n^2(n-1)\frac{ab}{c^2(c-1)}, \quad n^3(n-1)^2(n-2)\frac{a^2(a-1)b^2(b-1)}{c^4(c-1)^3(c-2)^2(c-3)}(c-n), \quad \ldots,$$

dans les seconds membres de (2), sont égaux aux déterminants

$$\begin{vmatrix} s_0 & s_1 \\ s_1 & s_2 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} s_0 & s_1 & s_2 \\ s_1 & s_2 & s_3 \\ s_2 & s_3 & s_4 \end{vmatrix}, \quad \ldots \quad (s_k = x_1^k + x_2^k + \ldots + x_n^k).$$

» La dernière de ces quantités n'est autre chose que le discriminant $D = \Pi(x_r - x_s)^2$ de l'équation $X = 0$. On trouve

$$(3) \qquad D = \prod_1^n \frac{r^r(\alpha + r - 1)^{r-1}(\beta + r - 1)^{r-1}}{(\alpha + \beta + n + r - 2)^{n+r-2}}.$$

L'équation $X = 0$ ne peut avoir d'autres racines multiples que 0 et 1.

» On peut assigner sans aucune difficulté le nombre exact des racines négatives de $X = 0$, celui des racines comprises entre 0 et 1, enfin celui des racines supérieures à 1.

» Lorsque $\alpha > 0$, $\beta > 0$, les racines sont comprises dans l'intervalle $(0, 1)$, et l'on peut énoncer la propriété suivante : L'expression

$$(\xi_1 \xi_2 \ldots \xi_n)^\alpha [(1 - \xi_1)(1 - \xi_2)\ldots(1 - \xi_n)]^\beta \Pi(\xi_r - \xi_s)^2 \quad (r, s = 1, 2, \ldots, n)$$

devient maximum en posant

$$\xi_1 = x_1, \quad \xi_2 = x_2, \quad \ldots, \quad \xi_n = x_n.$$

» Il est facile de calculer cette valeur maxima : on trouve

$$\prod_1^n \frac{[r][\alpha + r - 1][\beta + r - 1]}{[\alpha + \beta + n + r - 2]}$$

en écrivant $[x]$ au lieu de x^x. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un cas de réduction des intégrales hyperelliptiques du second genre.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« D'après un résultat dû à M. Picard (*Comptes rendus*, 1881, et *Bulletin de la Société mathématique*, 1882), on sait que, s'il existe une intégrale de la forme

$$(1) \qquad \int \frac{Pt + Q}{\sqrt{R(t)}} dt,$$

où $R(t)$ est un polynôme du cinquième ou du sixième degré, qui ait seulement deux périodes, il existe une seconde intégrale de même forme jouissant de la même propriété. Il est relativement facile d'obtenir, par des calculs algébriques, autant d'intégrales que l'on veut de la forme (1) qui se réduisent à des intégrales elliptiques; mais la principale difficulté

consiste, quand on a trouvé une de ces intégrales, à trouver la seconde qui, d'après le théorème de M. Picard, doit aussi se réduire à une intégrale elliptique.

» Dans les recherches de M. Picard figure un nombre entier positif D, qui n'est autre que le degré de la transformation propre à réduire ces intégrales. Le cas de réduction correspondant à $D = 2$ a été trouvé par Jacobi (*Journal de Crelle*, t. 8). En supposant $D = 3$, j'ai été conduit au cas de réduction suivant :

» Les deux intégrales

(2) $$\int \frac{dt}{\sqrt{R(t)}},$$

(3) $$\int \frac{t\,dt}{\sqrt{R(t)}},$$

où

$$R(t) = (t^3 + at + b)(t^3 + pt^2 + q),$$

se ramènent à des intégrales elliptiques par des substitutions rationnelles du troisième degré, pourvu que l'on ait

(4) $$q = 4b + \tfrac{4}{3}pa.$$

» Je remarque d'abord que l'intégrale (3) se ramène à l'intégrale (2) en posant $t = \frac{1}{u}$; les valeurs de a, b, p, q seront respectivement

$$\frac{p}{q}, \frac{1}{q}, \frac{a}{b}, \frac{1}{b},$$

et la relation (4) devient, en divisant par qb,

$$\frac{1}{b} = 4\frac{1}{q} + \frac{4}{3}\frac{p}{q}\frac{a}{b}.$$

» On voit par conséquent que, si l'intégrale (2) n'a que deux périodes, il en sera de même de l'intégrale (3). Pour réduire l'intégrale (2), il suffit de poser

(5) $$x = \frac{t^3 + at + b}{3t - p};$$

on aura

$$\frac{dx}{dt} = \frac{6t^3 - 3pt^2 - (ap + 3b)}{(3t - p)^2},$$

(6) $$\begin{cases} 4(3x - a)^3 - 2r(b + px)^2 \\ \quad = [6t^3 - 3pt^2 - (ap + 3b)]^2\,[3t^3 + 3pt^2 + 4(ap + 3b)] \times \dfrac{1}{(3t - p)^3}. \end{cases}$$

» On obtient cette dernière identité en observant que le premier membre, égal à zéro, donne la condition pour que l'équation (5) ait une racine double. Il suit de là que l'intégrale elliptique

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x[4(3x-a)^3-2r(b+px)^2]}}$$

devient, par le changement de variable (5), $\frac{1}{\sqrt{3}}\int\frac{dt}{\sqrt{R(t)}}$. On voit de même que l'intégrale (3) se ramène à l'intégrale elliptique

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x[4(p+3bx)^3+2rq(1-ax)^2]}}$$

en posant

$$\frac{t^3+pt^2+q}{at^3+3bt^2}=x.$$

» Les substitutions précédentes s'appliquent alors même que quelques-unes des quantités a, b, p seraient nulles. Si b n'est pas nul, on pourra, en changeant t en αt, supposer $b=1$, et $R(t)$ contiendra deux paramètres arbitraires a et p. Si $b=0$, on pourra de la même façon supposer $a=-1$, et $R(t)$ ne contiendra plus qu'un paramètre arbitraire. Si l'on change ensuite t en $\frac{1}{z}$, on est conduit à un cas de réduction déjà obtenu par M. Hermite.

» Les deux intégrales

$$\int\frac{dz}{\sqrt{R(z)}},\quad \int\frac{z\,dz}{\sqrt{R(z)}},$$

où

$$R(z)=(z^2-1)(4z^3-3z+l),$$

se réduisent à des intégrales elliptiques par des substitutions qu'il est aisé de déduire des précédentes. Il suffit de changer z en $\frac{z}{\sqrt{a}}$ pour retrouver la forme de M. Hermite. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une intégrale définie.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. En désignant par $F(\sin\varphi, \cos\varphi)$ et $f(\sin\varphi, \cos\varphi)$ deux polynômes entiers par rapport aux quantités $\sin\varphi$ et $\cos\varphi$ (et je supposerai ici que le

premier est d'un degré supérieur à celui du second), on sait que l'intégrale

$$\int_0^{2\pi} \frac{f(\sin\varphi, \cos\varphi)}{F(\sin\varphi, \cos\varphi)} d\varphi$$

est une fonction algébrique des coefficients.

» Dans le cas où F est du premier degré, Jacobi a donné la valeur de l'intégrale

$$\int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{x\cos\varphi + y\sin\varphi + z} = \frac{1}{\sqrt{z^2 - y^2 - x^2}},$$

et, pour des valeurs quelconques réelles ou imaginaires des quantités x, y et z, la détermination précise du radical qui entre dans cette formule.

» En considérant le cas où F est du second degré, je le mettrai sous la forme suivante

$$F(\sin\varphi, \cos\varphi) = (x\cos\varphi + y\sin\varphi + z)^2 + (a - c)\cos^2\varphi + (b - c)\sin^2\varphi;$$

cela posé, on a la formule suivante

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\int_0^{2\pi} \frac{\xi\cos\varphi + \eta\sin\varphi + \zeta}{(x\cos\varphi + y\sin\varphi + z)^2 + (a-c)\cos^2\varphi + (b-c)\sin^2\varphi} d\varphi \\ &= \frac{\dfrac{x\xi}{a+u} + \dfrac{y\eta}{b+u} - \dfrac{z\zeta}{c+u}}{\dfrac{x^2}{(a+u)^2} + \dfrac{y^2}{(b+u)^2} - \dfrac{z^2}{(c+u)^2}} \frac{2\pi}{\sqrt{(a+u)(b+u)(c+u)}}, \end{aligned} \right.$$

où u désigne une des racines de l'équation du troisième degré

$$(2)\quad \frac{x^2}{a+u} + \frac{y^2}{b+u} - \frac{z^2}{c+u} = -1.$$

Cette formule ne subsiste évidemment que si la quantité placée sous le signe $\int$ ne passe pas par l'infini dans les limites de l'intégration. Quant à la détermination de la racine de l'équation (2) et de la valeur du radical, elle s'obtient aisément par la considération des coupures, en regardant successivement dans l'intégrale donnée x, y, z; a, b, c comme des variables.

» En regardant, par exemple, z comme variable indépendante, le premier membre de l'égalité (1) est une fonction de z ayant une coupure; supposons que le point $z = 0$ soit en dehors de cette coupure. Quand on fait

$z = 0$, la valeur de l'intégrale s'obtient aisément : elle est

$$\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{(x^2 + a - c)(y^2 + b - c) - x^2y^2}},$$

et sa détermination précise a été donnée par Jacobi.

» La formule (1) montre que, dans ce cas particulier, u est égal à $-c$; si donc on fait varier z d'une façon continue, de telle sorte que l'affixe de z ne traverse pas la coupure, la racine u variant d'une façon continue, on saura déterminer sa valeur pour une valeur quelconque de z ainsi que la valeur correspondante du radical $\sqrt{(a+u)(b+u)(c+u)}$, et cela pour toutes les valeurs réelles ou imaginaires des quantités y, z, a, b et c.

» Il n'est pas inutile de montrer comment la valeur précédente de l'intégrale, pour $z = 0$, se déduit de la formule (1). A cet effet, je remarque que, $\frac{z^2}{c+u}$ ayant, d'après la relation (2), une valeur finie quand z et $c+u$ sont infiniment petits, $\frac{z}{c+u}$ est infiniment grand, et le second membre de l'identité (1) se réduit à

$$\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{\frac{z^2}{c+u}(a+u)(b+u)}},$$

expression qui, en vertu de la relation (2), donne pour $c = -u$ la valeur obtenue précédemment et d'une façon directe.

» 2. J'ajouterai encore quelques applications intéressantes de la formule précédente.

» En désignant par x, y des quantités réelles quelconques, et par z, a, b, c des quantités réelles positives, on a

$$\int_{-1}^{+1}\int_0^{2\pi} \frac{dt\,d\varphi}{z + ix\cos\varphi + iy\sin\varphi - \sqrt{(c-a)\cos^2\varphi + (c-b)\sin^2\varphi}}$$
$$= 2\pi\int_u^\infty \frac{du}{\sqrt{(a+u)(b+u)(c+u)}},$$

u désignant la plus grande racine réelle de l'équation

$$\frac{x^2}{a+u} + \frac{y^2}{b+u} + \frac{z^2}{c+u} = 1.$$

» Plus généralement, on a, μ désignant un nombre positif,

$$\int_0^1\int_0^{2\pi}\frac{z+ix\cos\varphi+iy\sin\varphi}{(z+ix\cos\varphi+iy\sin\varphi)^2-t^2[(c-a)\cos^2\varphi+(c-b)\sin^2\varphi}t^\mu\,dt\,d\varphi,$$

$$=\pi\int_u^\infty\frac{\sqrt{\left(\frac{x^2}{a+u}+\frac{y^2}{b+u}+\frac{z^2}{c+u}\right)^\mu}}{\sqrt{(a+u)(b+u)(c+u)}}du;$$

si μ est un nombre entier pair, l'intégrale qui se trouve dans le second membre est une intégrale elliptique, et s'il est un nombre entier impair, elle se ramène aux fonctions circulaires et logarithmiques. »

MÉCANIQUE. — *Les pôles du gyroscope et des solides de révolution.* Note de M. **Henry**, présentée par M. Cornu.

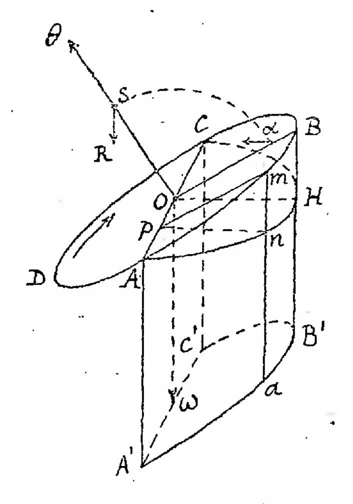
« Théorème. — *Quand un solide de révolution tourne sur son axe, les forces de Coriolis nées de sa rotation et du mouvement diurne se réduisent à deux, égales, parallèles et de sens contraires, appliquées à deux pôles fixes de l'axe qui ne dépendent que de la figure du corps.*

» *Si l'on appelle* N *et* S *ces deux pôles, en définissant pôle* S *celui d'où la rotation paraît se faire dans le sens des aiguilles d'une montre, on peut dire que ces forces sont, pour toutes les positions du corps, parallèles à l'axe terrestre; elles sollicitent les deux pôles du corps vers les pôles de même nom du ciel; et leur intensité, proportionnelle à la vitesse du corps tournant, ne dépend d'ailleurs que de sa figure.*

» La démonstration suivante repose sur cette remarque, qui n'est pas explicitement énoncée dans les Traités de Mécanique, mais qui résulte néanmoins des démonstrations du théorème de Coriolis : quand un point se meut à la surface du globe avec une vitesse relative v, il paraît soumis à une force que nous nommons *force de Coriolis;* cette force est représentée, comme *grandeur, direction et sens,* par le parallélogramme construit sur les deux lignes qui représentent respectivement la vitesse v et la rotation diurne ω. La même figure géométrique représente pareillement l'action d'un champ magnétique sur un élément de courant.

» Elle représente aussi le couple résultant des forces centrifuges que développe la rotation d'un solide, les deux côtés du parallélogramme étant alors, d'une part la vitesse de rotation du solide, de l'autre l'axe résultant des moments des quantités de mouvement (Poinsot).

» Cela posé, soit ABCD une circonférence matérielle homogène, dont une moitié ABC se projette en AHC sur le plan de l'équateur. Soit Oω la vitesse angulaire du globe, négative dans notre hémisphère nord, et pour ce motif dirigée de haut en bas dans la figure.



» Supposons que l'axe de notre circonférence soit invariablement lié à la Terre et forcé de tourner avec elle, comme serait, par exemple, l'axe du volant d'une machine fixe : et concevons que la circonférence tourne sur cet axe avec une vitesse angulaire représentée par Oθ. Pour chaque point m de la circonférence animé d'une vitesse tangentielle v, le mouvement d'entraînement diurne va faire naître une force de Coriolis représentée, comme nous l'avons dit, par le parallélogramme (ωv).

» Cette force, qui ne sollicite qu'en apparence le point m, s'applique en réalité aux appuis qui entraînent l'axe Oθ, de même que la force centrifuge dans la fronde s'applique au cordon. Les réactions des appuis équivalent pour ce point m à une force égale et contraire qui détermine l'entraînement du point. Or je dis que, pour tous les points m, les forces de Coriolis ou, ce qui revient au même, les actions de la circonférence mobile sur ses appuis, se réduisent à deux forces polaires égales, parallèles et de sens contraires, dirigées vers les deux pôles du ciel.

» En effet, supposons la demi-circonférence ABCD divisée en éléments consécutifs égaux à ds; et par les points de division menons des droites égales et parallèles à la rotation diurne ω. Elles formeront une surface cylindrique ABCA'B'C'. Chaque élément de cette surface, compris entre deux génératrices consécutives, sera un parallélogramme d'aire proportionnelle

à celui qui figure la force de Coriolis s'appliquant à l'élément correspondant ds. L'expression de la force est $f = 2ds\omega\nu\sin(\omega\nu)$. L'aire du parallélogramme est $p = ds\omega\sin(\omega\nu)$; d'où $f = 2p\nu$.

» Or tous ces parallélogrammes, mis à la suite les uns des autres comme les côtés d'un polygone de Varignon, donnent lieu au parallélogramme résultant ACC′A′ dont l'aire $P = 2r\omega$. Donc la résultante R des forces de Coriolis, pour la demi-circonférence considérée, est égale à $2P\nu$ ou à $2Pr\theta$, c'est-à-dire $R = 4\omega\theta r^2$.

» D'autre part, toutes les composantes élémentaires sont parallèles au plan AHC et proportionnelles à la projection sur ce plan de l'élément ds auquel elles s'appliquent; si l'on prend leurs moments par rapport à ce plan, on voit que chacune d'elles a pour bras de levier l'ordonnée mn de son point d'application m au-dessus du plan considéré. Le bras de levier L de la résultante R sera donc l'ordonnée moyenne de la surface cylindrique AHCB, comprise entre le demi-cercle et l'ellipse AHC. Mais chacune des ordonnées considérées mn est égale à celle du demi-cercle mp multipliée par $\sin(\omega\theta)$. Donc le bras de levier de la résultante sera égal à l'ordonnée moyenne du demi-cercle $\left(\frac{1}{2}\pi r^2 : 2r\right)$ ou $\frac{\pi}{4}r$, multipliée par $\sin(\omega\theta)$,

$$L = \frac{\pi}{4} r \sin(\omega\theta).$$

» Par conséquent la résultante R, parallèle à l'équateur et contenue dans le plan de symétrie $O\omega\theta$, peut être considérée comme appliquée en un point α du rayon OB, tel que $O\alpha = \frac{1}{4}\pi r$. La demi-circonférence inférieure donnerait une autre résultante F′ symétrique de la précédente par rapport au centre O.

» Le système de ces deux résultantes forme un couple, toujours contenu dans le plan de symétrie $O\omega\theta$. Faisons tourner ce couple dans son plan de 90° et nous aurons un couple équivalent, dont les forces seront égales aux précédentes, mais parallèles à l'axe terrestre et appliquées en deux points ou *pôles fixes par rapport au corps*. La distance de ces pôles au centre sera $\frac{1}{4}\pi r$ et ne dépendra que du rayon de la circonférence, mais nullement de son orientation dans l'espace. Quant aux forces, elles seront proportionnelles à la rotation θ et au carré du rayon r, mais également indépendantes de l'orientation du cercle. On voit de plus que celle qui vise au sud s'applique à celui des deux pôles d'où la circonférence paraît tourner dans le sens des aiguilles d'une montre. Ces deux forces polaires sont tout à fait analogues à celles qui sollicitent l'aiguille aimantée.

» Le théorème, ainsi démontré pour une circonférence matérielle homogène, s'étend au cas d'un très grand nombre de lignes semblables très rapprochées et tournant ensemble autour du même axe, avec la même vitesse angulaire, c'est-à-dire à tout solide homogène de révolution ; car les forces appliquées aux pôles nord de chacune d'elles se composent comme des forces parallèles; et de même aux pôles sud.

» *Tous les solides homogènes de révolution ont donc deux pôles qui ne dépendent que de leur figure.* Ainsi, par exemple, le tore du gyroscope, ainsi encore les obus oblongs, la toupie, etc. Si l'on fixe les deux cercles du gyroscope, le tore qu'ils soutiennent exerce sur eux des actions égales aux deux forces polaires que nous avons trouvées; si l'axe du gyroscope est mobile dans un plan, ces forces polaires entraîneront ses supports, et l'axe oscillera dans ce plan comme une aiguille aimantée. Ainsi se trouvent expliqués simplement les mouvements de cet appareil.

» Ce nouveau théorème introduit pour la première fois, croyons-nous, dans la Mécanique rationnelle, des forces polaires analogues à celles du magnétisme et de l'électricité; et il y a la plus grande analogie entre le *courant matériel* formé par une circonférence tournant sur son axe et un *courant électrique* ou un solénoïde élémentaire.

» Comme conséquence du théorème, on peut remarquer que, dans sa position d'équilibre, l'axe d'une toupie doit être légèrement incliné dans le plan méridien; vers le nord si elle tourne à droite, vers le sud dans le cas contraire; et, par suite, que la toupie doit toujours progresser, non d'occident en orient, comme l'a cru Foucault, mais d'orient en occident (voir le *Recueil des travaux scientifiques* de Foucault, p. 410). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la phase maxima des variations diurnes du magnétisme terrestre en 1882, d'après les résultats de Paris-Montsouris.* Note de M. L. **Descroix**, présentée par M. Faye.

« L'enregistrement photographique des mouvements de deux boussoles, déclinomètre et bifilaire, installées à Montsouris par M. Marié-Davy, m'a permis de suivre d'assez près les inégalités de variation diurne depuis cinq années pour qu'il me soit possible de maintenir que le véritable maximum a pris place en 1882. Je constate, il est vrai, que de l'été de 1883 à celui de 1884 il y eut recrudescence d'intensité des effets magnétiques; mais il y a lieu de remarquer que les chiffres du bifilaire, bien qu'étant en excès en 1884 sur 1883, restent cependant au-dessous des valeurs correspondantes de la marche annuelle en 1882. Ce qui prête à l'illusion,

c'est que la boussole de déclinaison donne autant et même plus en 1884 qu'en 1882.

» Quand on se préoccupe d'établir une concordance entre les taches solaires et le magnétisme terrestre, il convient de ne pas s'en tenir aux indications du déclinomètre. On sait qu'il n'y a pas nécessairement parallélisme entre les deux boussoles, qu'il peut y avoir un retard notable de l'une sur l'autre pour les inflexions extrêmes. C'est ce que des observations de trente-cinq années, faites à Greenwich et discutées par M. W. Ellis (*Philosophical Transactions*, 1880), avaient déjà fait entrevoir.

» Étant admis que l'on ne conserve, dans le calcul des moyennes, que les valeurs qui se rapportent aux journées pour lesquelles les oscillations se produisent entre des limites de durée normale (voir *Annuaire de Montsouris pour* 1884), voici comment on parvient à retrouver la trace de cette influence prépondérante inconnue, qui détermine la période undécennale. Les perturbations étant isolées pour être étudiées à part, on rapprochera des moyennes de la variation diurne en déclinaison durant le jour celles qui sont calculées au bifilaire : en prenant la différence d'amplitude des deux mouvements qui, le matin, font rétrograder l'aiguille et qui l'entretiennent ensuite jusque dans la soirée vers l'exagération positive. J'arrive en conséquence au tableau suivant :

Paris-Montsouris.	1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.
Variation en déclinaison......	7′,85	9′,00	10′,15	10′,80	10′,40	10′,90
Id. de la force horizontale F. $= d\frac{\partial F}{F} = 0,00065$			$1^d,48$	$2^d,19$	$1^d,27$	$1^d,46$

» Le doute, après rapprochement de ces deux séries de valeurs, ne paraît plus possible. Pour fortifier cette opinion, que le maximum d'énergie s'est produit en 1882, nous invoquerons l'aspect des courbes exceptionnellement tourmentées, lesquelles accusent à cette date des affolements bien plus notables. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réclamation de priorité, à propos du procédé d'annulation de l'extra-courant, employé par M.* d'Arsonval *pour éviter les dangers des générateurs mécaniques d'électricité.* Lettre de M. A. DAUSSIN à M. le Secrétaire perpétuel.

« Fives-Lille, 11 février 1885.

» Je prie l'Académie de me permettre de lui exposer que le procédé d'annulation de l'extra-courant qui lui a été soumis par M. d'Arsonval,

le 15 janvier 1885, a été imaginé par moi il y a plus de quinze ans. Je l'ai fait breveter le 25 mars 1869.

» Voici l'historique de ce dispositif. Je m'occupais, à cette époque, de perfectionner mon rappel à relais. Le fonctionnement de cet appareil, alors en service depuis peu au chemin de fer du Nord et à l'État-Belge, laissait à désirer, parce que l'extra-courant produit par la rupture du courant local oxydait les contacts de la palette et de la roue d'échappement.

» Il s'agissait d'annuler l'extra-courant entre ces deux points. J'imaginai, dans ce but, une *dérivation*, formée par deux *électrodes plongeant dans de l'eau*. Quand la palette touchait la roue d'échappement, la résistance ne laissait dériver qu'une très faible partie du courant actionnant l'électro-aimant placé dans le circuit. Quand la palette brisait le circuit, l'extra-courant passait par la dérivation. Le point faible de l'appareil était protégé.

» L'application de ce voltamètre à des circuits d'une rupture dangereuse, ou simplement nuisible, se trouvait tout indiquée. Je n'ai pas manqué de la conseiller : elle est utilisée. M. Du Moncel m'a écrit à ce sujet le 2 avril 1878.

» En appliquant pour la première fois cette disposition, je remarquai que la suppression de l'extra-courant était proportionnelle à la force électromotrice de polarisation du voltamètre intercalé. En effet, l'étincelle de l'extra-courant *reparaissait progressivement* entre la palette et la roue d'échappement, au fur et à mesure que la nature du liquide se modifiait et que les électrodes s'altéraient sous l'action du passage de l'extra-courant. (Je me servais d'électrodes en cuivre, plongées dans de l'eau pure.)

» Il était évident que, puisque l'extra-courant ne passait plus complètement par le voltamètre, il n'y avait qu'à établir une deuxième dérivation avec voltamètre, au besoin une troisième, pour recueillir l'*excès du courant*.

» Il était aussi évident que, à l'aide de plusieurs dérivations munies de voltamètres de force électromotrice de polarisation différente, on pouvait opérer une espèce de *triage* de courants, le courant passant dans chaque dérivation étant proportionnel à la force électromotrice de polarisation de son voltamètre.

» Je tiens à la disposition de l'Académie mon brevet du 25 mars 1869 et ma correspondance avec M. Du Moncel. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les moyens d'annihiler ou d'atténuer les dangers de l'extra-courant dans les machines dynamo-électriques, en cas de rupture du circuit extérieur.* Note de M. **J. Raynaud.**

« Dans l'une des dernières séances de l'Académie, M. d'Arsonval a indiqué comme moyen de préservation, contre les dangers de l'extra-courant de rupture dans les machines dynamo-électriques, l'intercalation d'une batterie de polarisation entre les pôles de la machine. Ne conviendrait-il pas d'essayer, dans le même but, l'un des dispositifs si simples fondés sur le principe de l'induction latérale de Faraday, et en usage dans la télégraphie sous le nom de *paratonnerres,* pour garantir les bobines des appareils contre l'électricité atmosphérique? Il suffirait de relier aux pôles de la machine les bornes d'un instrument de ce genre, qui formerait ainsi une *soupape de sûreté,* ne livrant passage au courant qu'au moment où il devient dangereux. On choisirait, suivant les conditions, le paratonnerre à plaques et lame isolante (*air, mica, gutta-percha papier,* etc.), ou à pointes, ou à plaques et pointes, etc.; soit même, dans certains cas, les paratonnerres à air raréfié ou à alcool.

» Les expériences de MM. Warren de la Rue et Müller sur la décharge disruptive donneraient la plupart des éléments de la question : elles font connaître, en particulier, les distances explosives dans l'air aux pressions ordinaires, et entre des surfaces de formes diverses, pour des différences de potentiel variant de 250 à 12000 éléments à chlorure d'argent, dont la force électromotrice est $1^{\text{volt}},03$. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité limite et le volume atomique des gaz, et en particulier de l'oxygène et de l'hydrogène.* Note de M. **E.-H. Amagat.** (Extrait.)

« L'ensemble des recherches faites dans ces derniers temps, relativement à la densité de l'oxygène liquide, par MM. Cailletet et Hautefeuille, Pictet et Wroblewski a conduit à des valeurs toutes un peu inférieures à l'unité, dans les conditions diverses où cette densité a été déterminée; on en a conclu que, conformément aux prévisions de Dumas, elle deviendrait égale à l'unité sous une pression assez forte ou à une température assez basse, et qu'ainsi le quotient du poids atomique par la densité, ou volume atomique,

serait sensiblement le même pour l'oxygène, le soufre, le sélénium et le tellure....

» Dans mon deuxième Mémoire sur la compressibilité des gaz sous fortes pressions (*Annales de Chimie et de Physique*, 5[e] série, t. XXII, 1881), j'ai montré qu'à des températures suffisamment élevées la loi de compressibilité des gaz finit par être représentée par des lignes droites répondant à la relation $p(v-\alpha) = \text{const.}$, qui donne de suite le volume limite α pour p égal à l'infini et par conséquent la densité limite, et que, pour des températures moins élevées, les courbes présentent, à partir d'une pression suffisante, une partie sensiblement rectiligne qui permet également de calculer, quoique avec moins de certitude, le volume limite (¹).

» Pour l'oxygène et pour l'azote, la direction des parties rectilignes n'est pas encore suffisamment dessinée, et il faut, pour l'obtenir, opérer sous des pressions beaucoup plus considérables que celles que j'ai atteintes jusqu'ici.

» Dans ce but, j'ai fait construire des appareils dans lesquels j'ai pu déjà comprimer des gaz jusqu'à 4000^{atm} environ. Deux accidents, survenus successivement, m'ont empêché jusqu'à présent d'effectuer les déterminations numériques régulières, mais je puis déjà annoncer le résultat suivant : j'ai, à diverses reprises, réduit l'oxygène à la neuf-centième partie de son volume (nombre rond); dans ces conditions, sa densité était donc de beaucoup supérieure à celle de l'eau ; avec la plus forte pression que j'aie pu produire, j'ai obtenu une densité supérieure à 1,25, et ceci *à la température ambiante de* 17°; il faut donc renoncer à l'unité comme densité limite.

» Relativement à l'hydrogène, on a donné, pour densité de ce corps à l'état liquide, des nombres présentant des différences tellement extraordinaires, que je ne chercherai point à les discuter. La densité limite déduite de mes expériences est très sensiblement égale à 0,12. En se reportant à la courbe de L. Meyer, il en résulterait que le sommet de l'ordonnée figurant le volume atomique de l'hydrogène serait sur le prolongement régulier de la courbe passant par les sommets du lithium, du sodium et du potassium, ce qui permettrait, conformément aux idées de Dumas sur la nature métallique de l'hydrogène, d'admettre entre ce corps et le lithium une période analogue à celles qui viennent à la suite, mais dans laquelle, il est vrai, ne viendrait se placer aucun corps connu.

(¹) Dans ce Mémoire j'ai employé le terme *volume atomique* pour désigner la valeur de α relative à 1^{lit} de gaz, pris à zéro et sous la pression 76; j'en fais la remarque pour éviter toute confusion.

» Les deux accidents dont j'ai parlé plus haut me paraissent présenter assez d'intérêt pour être signalés. Dans l'une des expériences, le manomètre à gaz était renfermé dans un cylindre d'acier fondu, à parois très épaisses, et contenant du mercure à la partie inférieure; tout à coup, un bruit strident s'est fait entendre, et un jet de mercure pulvérisé s'est élancé à travers la section droite de la culasse, frappant le socle de l'appareil, rebondissant à plus de 1^m dans tous les sens et faisant entendre le même sifflement que la vapeur d'eau s'échappant d'un générateur à forte pression; la section droite polie ne présente aucun défaut à la loupe : nous avions donc sous nos yeux l'expérience classique de la pluie de mercure, sous forme d'un véritable jet de vapeur de mercure traversant les pores de l'acier à travers une épaisseur de $0^m,08$. La pression était certainement d'au moins 4000^{atm}; le même appareil, sous la même pression, ne laisse pas passer une goutte de glycérine; il en est probablement de même pour l'eau et la plupart des liquides.

» Un autre appareil, un bloc d'acier d'un grain plus serré, pesant 116^{kg}, s'est fendu suivant deux génératrices du cylindre, et, quoiqu'il n'y ait eu ni projection, ni même séparation des parties, pas plus qu'aucune rentrée subite de gaz, la rupture s'est produite avec une détonation extrêmement violente; le mercure, pendant quelques instants, s'échappait par la fissure que j'ai eu le temps d'observer, sous forme d'une belle nappe métallique, plane, verticale, de $0^m,06$ à $0^m,07$ de largeur. L'appareil que je fais construire actuellement sera fretté comme le sont certains canons.

» Entre autres appareils que j'ai employés pour la mesure des pressions, j'indiquerai un manomètre de Desgoffe, auquel j'ai appliqué le perfectionnement déjà indiqué par M. Marcel Deprez pour les manomètres à piston. Cet appareil me paraît devoir fournir d'excellents résultats; j'ignore encore dans quelles limites de pression il pourra être employé.

» La mesure des volumes du gaz a été faite par différentes méthodes, dont l'une, basée sur l'emploi des courants électriques, m'a été communiquée par M. le professeur P.-G. Tait, d'Édimbourg; je la décrirai dans une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Composition des produits gazeux de la combustion des pyrites de fer* (suite) *et influence de la tour de Glover sur la fabrication de l'acide sulfurique.* Note de M. **Scheurer-Kestner**, présentée par M. Friedel.

« De nouvelles analyses, que j'ai entreprises sur les gaz de la combustion des pyrites de fer, ont confirmé les résultats que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie au mois de novembre dernier ([1]). L'anhydride sulfurique y est rarement absente, du moins dans les conditions dans lesquelles mes expériences ont été faites, et elle atteint quelquefois jusqu'à 9 pour 100 de la quantité d'acide sulfureux produit par la combustion de la pyrite. Les gaz analysés provenaient de fours à étages et de pyrites en poussière des mines de Saint-Bel (Rhône). Les échantillons gazeux analysés provenaient de prises de gaz de longue durée, variant de trois à neuf heures, et ayant généralement de six à sept heures.

Numéro de l'expérience.	SO^3 rapporté à 100^{vol} de SO^2.	Numéro de l'expérience.	SO^3 rapporté à 100^{vol} de SO^2.
14	2,8	22	6,8
15	5,8	23	0,4
16	1,2	24	0,8
17	1,0	25	1,0
18	0,0	26	2,5
19	2,8	27	9,3
20	8,4	28	4,1
21	3,0		

» L'anhydride sulfurique se forme donc, en quantités très variables, pendant la combustion de la pyrite, mais il ne tarde pas à s'hydrater. En effet, l'humidité de l'air qui sert à l'alimentation des fours à combustion de la pyrite, ajoutée à celle qui se trouve dans les pyrites elles-mêmes, est plus que suffisante, pour transformer en monohydrate tout l'anhydride formé dans les fours. Le fait est qu'on ne rencontre plus d'anhydride dans les gaz lorsqu'ils ont traversé les conduites qui relient les fours aux appareils de condensation et de production de l'acide sulfurique. La tour de Glover retient l'acide hydraté auquel il a donné naissance et allège d'autant le travail des chambres de plomb elles-mêmes. Je me suis demandé si l'aug-

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 917; 24 novembre 1884.

mentation de la capacité de production des chambres de plomb, qui a été constatée par les fabricants d'acide sulfurique faisant usage de tours de Glover, n'est pas due, à peu près exclusivement, à la quantité d'acide sulfurique qui se condense ou se forme dans la tour. D'anciennes expériences de M. Vorster [1], les seules qui, à ma connaissance, aient été publiées sur ce sujet, ont paru établir qu'il se condense ou se forme très peu d'acide sulfurique dans la tour de Glover. M. Vorster a même trouvé, contrairement à ce que j'ai observé, que la tour de Glover fournit moins d'acide qu'elle n'en reçoit, une partie de l'acide se volatilisant dans la tour et passant dans les chambres de plomb, en sorte qu'il deviendrait impossible d'expliquer comment il se fait que l'adjonction d'une tour de Glover à des chambres de plomb en augmente si considérablement la puissance de production.

» Les expériences que j'ai entreprises donnent, au contraire, l'explication la plus naturelle de ce fait.

» Pendant seize jours, on a recueilli l'acide sulfurique qui s'écoulait d'une tour de Glover, et l'on déterminait celui qui y était introduit. Sur une production totale de 96000^{kg} d'acide sulfurique calculé à l'état monohydraté, la tour de Glover en a fourni 15152 ou 15,7 pour 100.

» Une autre expérience faite par la méthode indirecte, c'est-à-dire en dosant l'acide condensé dans les chambres de plomb seules et en déduisant cette quantité de la production totale, a donné, pour une production totale de monohydrate de 48300^{kg}, 7922^{kg} produits dans la tour de Glover, soit 16,3 pour 100.

» Les deux résultats sont concordants, quoique obtenus par deux méthodes différentes.

» Il est donc bien établi que la tour de Glover, telle qu'elle est construite dans l'usine de Thann, fournit une fraction importante de tout l'acide produit. Mais il y a plus, cette proportion représente exactement, comme on devait le prévoir, l'augmentation de la capacité de production des chambres de plomb, qui est à Thann de 15 à 18 pour 100.

» La tour de Glover fournit une certaine quantité de travail qui est dû surtout à la formation de l'anhydride sulfurique dans les fours à pyrites, anhydride qui vient se condenser à l'état d'hydrate dans l'acide d'alimentation de la tour. Ensuite il s'y forme, comme l'a démontré M. Vorster, de l'acide sulfurique, par la réaction de l'acide sulfureux sur l'acide azoteux

---

(1) *Polytechnisches Journal*, 1874. Expériences faites en Angleterre, dans l'usine de M. Muspratt.

contenu dans l'acide provenant du Gay-Lussac. Enfin, comme, dans la partie supérieure de la tour de Glover, le mélange gazeux est le même que celui des chambres de plomb, il est à supposer qu'il s'y produit aussi une certaine quantité d'acide. Du reste, comme la quantité d'anhydride que j'ai trouvé dans les gaz de la combustion ne dépasse pas 10 pour 100 de l'acide sulfureux, il faut bien qu'il se produise de l'acide sulfurique dans la tour de Glover pour fournir les 18 pour 100 qu'on en recueille.

» En résumé, l'effet de la tour de Glover est, à côté d'autres avantages, d'augmenter la capacité de production des systèmes qui en sont dépourvus, et cet effet est dû : 1° à la condensation de l'anhydride produit dans les fours; 2° à la réaction de l'acide sulfureux sur la quantité très limitée d'acide azoteux qu'il y rencontre; 3° à la réaction connue des gaz des chambres de plomb, qui commence déjà dans la tour de Glover. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation de l'alumine et du sesquioxyde de fer.* Note de M. P. Vignon [1], présentée par M. Berthelot.

« La séparation du sesquioxyde de fer et de l'alumine est une opération de Chimie analytique dont l'application est aussi fréquente que délicate. Les trois procédés communément employés sont le procédé à l'ammoniaque et à la potasse, de H. Rose, le procédé à l'hydrogène et à l'acide chlorhydrique gazeux, de Deville, et le procédé à l'hyposulfite de soude, de M. Chancel : ils présentent tous de sérieux inconvénients, tant au point de vue de l'exactitude des résultats que de la longueur des opérations.

» Me fondant sur ce fait, connu depuis longtemps, que la triméthylamine précipite le sesquioxyde de fer et l'alumine en redissolvant cette dernière, je me suis proposé de voir s'il n'y aurait pas là un moyen simple de séparation de ces deux substances.

» J'ai donc fait une liqueur contenant $2^{gr},8$ de fer sous forme de perchlorure, et $1^{gr},4$ d'aluminium sous forme d'alun de potasse cristallisé pur, et j'ai étendu cette dissolution de manière à lui faire occuper un volume de 1^{lit}. Mes dosages ont porté, soit sur 250^{cc}, soit sur 100^{cc} de cette liqueur.

» Voici d'ailleurs comment il faut procéder :

» Ajoutant immédiatement à la liqueur un grand excès de triméthylamine concentrée, on laisse reposer pendant vingt-quatre heures, puis on

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

fait quelques lavages à la triméthylamine et enfin on jette sur un filtre, pour continuer ces lavages jusqu'à ce qu'une goutte ne laisse plus, par évaporation, qu'un résidu insensible. Une fois les lavages terminés et le précipité bien desséché, il n'y a plus qu'à calciner légèrement le précipité, à incinérer le filtre et à procéder aux pesées.

» D'après ce que j'ai dit plus haut, ma liqueur renferme réellement $0^{gr},280$ de fer par 100^{cc} :

	Fer.
	gr
Premier dosage, effectué sur 250^{cc} : pour 100......	0,280
Deuxième dosage, » »	0,280
Premier dosage, effectué sur 100^{cc} : pour 100......	0,280
Deuxième dosage, » »	0,280

» On voit, par ces résultats, que la séparation est très complète, et que le procédé que j'ai employé peut prendre place parmi les procédés analytiques les plus précis et les plus simples.

» J'ai observé, en outre, que la triméthylamine possède la propriété de redissoudre le sesquioxyde de chrome en présence du sesquioxyde de fer, ce qui me permettra très probablement d'effectuer la séparation de ces deux bases par un procédé analogue à celui que je viens d'indiquer pour la séparation de l'oxyde de fer et de l'alumine.

» Je me propose de revenir sur ce sujet, en indiquant de nouveaux réactifs tirés de la Chimie organique et applicables à la Chimie minérale. »

CHIMIE. — *Sur quelques azotates basiques et ammoniacaux.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

1. *Azotate de zinc ammoniacal.* — J'ai préparé un azotate de zinc ammoniacal, dans lequel le rapport du métal à l'ammoniaque est égal à $\frac{1}{2}$. Ce rapport est le même que celui qui existe dans le sulfate ammoniacal décrit par Kane et que j'ai étudié récemment.

» En faisant passer un courant d'ammoniaque dans une solution de nitrate de zinc, le précipité blanc, qui se forme d'abord, se redissout à mesure que passe le gaz. Si l'on évapore doucement une semblable liqueur, il se forme par refroidissement des cristaux très déliquescents de l'azotate ammoniacal $ZnAzO^6, 2AzH^3, \frac{2}{3}HO$. Si, pendant que passe le courant gazeux, on évite l'élévation de la température et que l'on prolonge ce courant assez

longtemps, il se fait, à un certain moment, un volumineux précipité cristallin, possédant la même formule que plus haut:

	Trouvé.	Calculé.
AzO^5	39,57-40,07	40,14
Zn	24,16-24,18	24,16
AzH^3	26,02-26,04	25,27

» Ce nitrate ammoniacal répand à l'air une forte odeur d'ammoniaque. Chauffé dans un petit tube, il fond en dégageant AzH^3. Très soluble dans une petite quantité d'eau, il est décomposé par un excès avec formation d'un précipité blanc qui n'est que de l'oxyde de zinc. On obtient le même résultat en décomposant par l'eau ce nitrate en tube scellé : il ne se produit qu'un enduit amorphe d'oxyde. C'est ce qui arrive également avec le sulfate ammoniacal.

» Au contraire, les chlorures et bromures ammoniacaux, comme je l'ai antérieurement indiqué, donnent lieu, en tube scellé, à la production d'oxychlorures et oxybromures ammoniacaux.

» 2. *Action de l'oxyde de zinc sur l'azotate d'ammoniaque.* — En continuant l'étude de l'action de quelques oxydes métalliques sur les sels ammoniacaux, j'ai réussi à préparer quelques nitrates basiques dont voici la description :

» La dissolution de l'oxyde de zinc précipité dans une liqueur contenant poids égaux d'eau et de nitrate d'ammoniaque est très lente. Si, après avoir fait digérer à chaud, pendant une heure, de l'oxyde de zinc en excès dans une semblable solution, on filtre, on trouve, après refroidissement, des cristaux peu abondants, de forme hémisphérique, constitués par des lamelles qui rayonnent à partir du centre. Ces cristaux ne s'altèrent pas à l'air, ils ne se dissolvent pas dans l'eau froide. L'eau chaude les décompose avec formation d'oxyde; chauffés en tube scellé avec de l'eau, ils ne fournissent également que de l'oxyde.

» Le corps que je viens de décrire est un azotate ammoniacal basique, de formule assez complexe : $3AzO^5, 13ZnO, 2AzH^3, 18HO$.

	Trouvé.	Calculé.
AzO^5	17,97-17,96	18,31
Zn	48,34-48,41	47,76
AzH^3	3,89	3,84

» On peut regarder, dans ce composé, les deux équivalents d'ammo-

niaque comme remplaçant deux équivalents d'oxyde de zinc; alors la formule du corps répondrait à $AzO^5, 5ZnO$. Un pareil nitrate basique n'a pas, je crois, été encore préparé.

» Je ferai remarquer, en passant, que l'oxyde de zinc chauffé avec une solution de sulfate d'ammoniaque ne donne lieu qu'à la production du sulfate double de zinc et d'ammonium bien connu.

» 3. *Action de la litharge sur l'azotate d'ammoniaque.* — Si l'on dissout à refus de la litharge en poudre dans une solution chaude contenant 200gr de nitrate d'ammoniaque et 200gr d'eau et qu'on filtre, il se dépose par refroidissement un précipité formé de petits cristaux, lesquels constituent un nitrate basique de plomb exempt d'ammoniaque et dont la formule est $AzO^5, 2PbO, 2HO$.

	Trouvé.	Calculé.
AzO^5	18,45	18,30
Pb	70,08	70,16

» Un nitrate de même basicité a déjà été préparé, mais différemment, notamment par M. Chevreul, en faisant bouillir le nitrate neutre avec l'oxyde de plomb, et par Pelouze, en chauffant le nitrate avec le carbonate de plomb. Si l'on verse l'eau mère chaude du composé précédent dans un grand excès d'eau froide, il se produit un volumineux précipité blanc amorphe qui, lavé par décantation et séché sur du papier, semble posséder une formule très voisine de celle du corps précité.

» Mais si l'on verse cette eau mère dans de l'eau contenue dans un tube qu'on scellera et qu'on chauffe celui-ci vers 225° pendant cinq heures, on trouve, après refroidissement, des mamelons formés de lamelles nacrées qui se sont déposés en quelques points de la paroi du tube. Ces cristaux se ternissent très vite à l'air, ils ne contiennent pas d'ammoniaque et constituent un corps plus basique que le précédent, soit : $AzO^5, 3PbO, 4HO$.

	Trouvé.	Calculé.
AzO^5	13,09-13,20	12,72
PbO	73,36-73,17	73,14

» Une poudre blanche de même basicité que ce composé a été obtenue par Berzelius en précipitant l'azotate neutre par un faible excès d'ammoniaque. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition du glyoxal-bisulfite d'ammoniaque.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« Debus a fait connaître, en 1857 [1], un composé répondant à la formule $C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4)$, qu'il obtenait en mélangeant deux dissolutions concentrées de glyoxal et de bisulfite d'ammoniaque, et purifiant le précipité qui se forme par cristallisation dans l'eau. Voici les analyses publiées par ce savant :

	Calculé pour $C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4)$.	Trouvé. I.	II.	III.
C	10,08	10,13	9,83	»
H	4,20	4,53	4,48	»
AzH^4O (non dosé)	21,85	»	»	»
S^2O^4	53,78	»	»	52,8

» Les autres glyoxal-bisulfites connus contiennent constamment au moins une molécule d'eau (H^2O^2) en plus de la formule $C^4H^2O^4, 2(mO, S^2O^4)$, soit

$$C^4H^2O^4, 2(NaO, S^2O^4), 4HO,$$
$$C^4H^2O^4, 2(KO, S^2O^4), 2HO,$$
$$C^4H^2O^4, 2(BaO, S^2O^4), 7HO.$$

» Le composé ammoniacal ferait donc exception dans la série.

» On connaît depuis longtemps une anomalie du même ordre fournie par un autre sel ammoniacal, le glyoxylate d'ammoniaque, dont la formule est $C^4H(AzH^4)O^6$, tandis que tous les autres glyoxylates contiennent au moins H^2O^2 en plus de la formule C^4HmO^6, et que l'acide lui-même a pour composition $C^4H^2O^6, H^2O^2$. Ce fait a paru suffisant pour faire attribuer à cet acide la formule $C^4H^2O^6$.

» Cependant cette molécule d'eau paraît fixée, dans les deux séries de composés métalliques, avec plus d'énergie que l'eau de cristallisation dans les sels, car on ne peut l'éliminer, même au-dessus de 100°, sans provoquer une décomposition plus profonde.

» Cette double anomalie a fourni à M. Engel l'occasion de remarquer [2] que, dans les deux séries, le composé ammoniacal pourrait être considéré,

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CII, p. 22.
(2) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 574 et 630.

non pas comme un véritable sel ammoniacal, mais comme un dérivé azoté d'une espèce particulière, qui serait à la fois sel ammoniacal et amine. Il a appelé ces combinaisons des *acidamines*.

» En admettant cette interprétation, le glyoxal-bisulfite d'ammoniaque et le glyoxylate d'ammoniaque normaux seraient encore inconnus.

» La suite de mes recherches sur les combinaisons du glyoxal m'ayant conduit à m'occuper du glyoxal-bisulfite d'ammoniaque, j'en ai préparé, en vue d'études que je poursuis actuellement, une centaine de grammes. Je l'ai purifié par plusieurs dissolutions dans l'eau bouillante et cristallisations fractionnées. La presque totalité du composé s'est déposée en cristaux incolores, brillants, formés par des prismes aplatis, dont l'angle aigu est de 38° 7′.

» Après dessiccation prolongée en présence d'acide sulfurique, l'analyse a donné les nombres suivants pour (I), $C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4)$, et pour (II), $C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^2), H^2O^2$:

	Calculé.		Trouvé.	
	I.	II.	I.	II.
C.......	10,08	9,37	9,13	8,91
H.......	4,20	4,69	4,57	4,58
AzH^2O..	21,85	20,31	par la chaux sodée au rouge. 20,52 par la chaux à l'ébullition { 19,98-20,20-20,05 / 20,09-20,26-20,13 / 20,49-19,92-20,32 } moyenne 20,16 par la potasse à froid..... 19,91	
S^2O^4.....	53,78	50,00	49,74	

» La formule du glyoxal-bisulfite d'ammoniaque est donc

$$C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4), 2HO.$$

» Vers la fin de l'évaporation des eaux mères des cristaux précédents, il se dépose une petite quantité ($\frac{1}{8}$ environ du poids total) d'une substance confusément cristallisée qui contient 21,57 pour 100 de AzH^4O, comme l'exige la formule du corps anhydre. J'y reviendrai prochainement s'il y a lieu, en en donnant les analyses complètes. Debus n'ayant préparé qu'une très petite quantité de glyoxal-bisulfite d'ammoniaque, il paraît probable que le corps qu'il obtenait était un mélange, ce qui explique les résultats de ses analyses. Tout en réservant la question de savoir si la substance qui se dépose à la fin de l'évaporation est bien le glyoxal-bisulfite d'ammoniaque anhydre, et correspond à la fois aux nombres de Debus et à l'in-

terprétation de M. Engel, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à faire cesser l'anomalie fournie par ce composé dans la série des glyoxal-bisulfites et à en établir la véritable formule. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action du sulfate de cinchonamine sur la circulation et les sécrétions.* Note de MM. G. **Sée** et **Bochefontaine** [1], présentée par M. Vulpian.

« M. le Dr Triana, consul général de la Colombie, a eu l'obligeance de nous fournir des renseignements qui nous permettent de rectifier les données d'Histoire naturelle contenues dans notre Note relative à l'action physiologique du sulfate de cinchonamine.

» Le *Remijia purdiana* a été déterminé par M. Weddell. Le *Remijia pedunculata*, d'où M. Hesse a retiré de la quinine, etc., a été déterminé par M. Triana. Ces deux espèces de *Remijia* sont originaires de la Colombie, et c'est dans un lot d'écorces de *Remijia purdiana*, arrivé en France sous l'étiquette de *Quinquina cuprea*, que M. Arnaud a trouvé la cinchonamine.

» I. L'action paralysante diastolique exercée par le sulfate de cinchonamine sur le cœur des animaux (Batraciens et Mammifères) nous a donné l'idée de rechercher si l'effet de la digitaline pourrait être arrêté par la cinchonamine, et réciproquement. Nous avons été conduits de la sorte à constater que le cœur de la Grenouille, arrêté en systole ventriculaire par la digitaline, ne recouvre pas son activité sous l'influence de la cinchonamine. C'est en vain, pareillement, que nous avons cherché à rappeler, avec la digitaline, les mouvements du cœur arrêtés, chez le même animal, au moyen du sulfate de cinchonamine. Mais, en injectant sous la peau d'une patte postérieure, d'un côté, une dose de sulfate de cinchonamine arrêtant fatalement le cœur en diastole, de l'autre côté une dose de digitaline arrêtant le cœur en systole, dans l'espace de quelques minutes, le cœur a continué à battre régulièrement pendant une demi-journée. Les animaux ont succombé à l'empoisonnement des centres nerveux par la cinchonamine.

» Il n'y aurait donc pas entre la cinchonamine et la digitaline un *antagonisme vrai*. Toutefois cette action suspensive que les deux substances exercent vis-à-vis l'une de l'autre est intéressante à noter.

» II. Afin d'étudier l'action du sulfate de cinchonamine *sur les sécrétions*,

[1] Travail du laboratoire de l'Hôtel-Dieu.

nous avons fixé des canules dans les deux conduits de Wharton, le canal cholédoque, le canal pancréatique, l'uretère, sur des chiens curarisés et soumis à la respiration artificielle, puis on a coupé d'un côté le nerf lingual corde du tympan. Ensuite on a compté les gouttes de salive, de bile, de suc pancréatique, d'urine qui tombaient de chaque canule dans l'espace d'une ou deux minutes. Cela fait, on a injecté, dans une veine saphène préparée à l'avance, de $0^{gr},05$ à $0^{gr},08$ de sulfate de cinchonamine (selon la taille des individus) en solution au $\frac{1}{100}$.

» Moins d'une minute après l'injection, la salive s'est mise à couler en bien plus grande abondance par l'un et l'autre conduit de Wharton; l'écoulement de l'urine n'a pas été modifié; quant à la bile et au suc pancréatique, les résultats ont été douteux. Toutefois, dans une expérience, l'écoulement de la bile a été manifestement augmenté.

» Le point intéressant de ces expériences sur les sécrétions est que la cinchonamine augmente la sécrétion salivaire par suite d'une action sur la glande elle-même et indépendamment d'une influence sur le système nerveux central.

» III. Les phénomènes *convulsifs* auxquels nous avons fait allusion dans notre précédente Note à l'Académie peuvent être produits par une dose minimum de $0^{gr},18$ introduits dans l'estomac, chez un chien de 14^{kg}. Ces phénomènes sont précédés par l'abaissement de la pression sanguine, et ils s'accompagnent de troubles cérébraux qui ressemblent à des hallucinations : l'animal tombé sur le flanc, les membres et tout le corps raidis par une violente convulsion tétaniforme, se relève les yeux hagards, la pupille extrêmement dilatée et se met à aboyer en montrant les dents. La crise cesse au bout de vingt minutes environ, et l'animal revient bientôt à l'état normal.

» IV. On sait que, sous l'influence de la strychnine et des substances *convulsivantes* dont elle est le type, la *pression sanguine* intra-artérielle s'élève considérablement au moment où paraît la crise convulsive. Les convulsions provoquées par la cinchonamine ne sont pas accompagnées de cette augmentation remarquable de la tension carotidienne.

» Sur un chien dans l'état normal, dont une carotide est en rapport avec l'hémadynamomètre à mercure et un appareil inscripteur, on injecte une dose de $0^{gr},05$ à $0^{gr},10$ de sulfate de cinchonamine dans une veine saphène. La tension sanguine diminue. L'animal est pris d'une violente convulsion tétaniforme générale; cependant la tension artérielle reste abaissée,

revenant lentement et progressivement à son degré normal, comme si l'animal n'avait pas eu la plus légère convulsion.

» L'abaissement de la tension sanguine intra-artérielle correspondant à des convulsions générales tétaniformes a déjà été constaté à diverses reprises par l'un de nous avec la cinchonine, la cinchonidine et même quelquefois avec la quinine injectée dans les veines.

» V. Enfin il convient de noter encore que ces trois derniers alcaloïdes déterminent, même à la dose de 0^{gr},50, deux ou trois *vomissements* quand on les a ingérés dans l'estomac du chien : l'animal revient ensuite à l'état normal. Le sulfate de cinchonamine, au contraire, ne produit pas de vomissements chez le chien dans l'estomac duquel on l'a introduit; mais il développe ainsi tous les phénomènes physiologiques qu'il entraîne lorsqu'il est injecté par les veines. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action antizymasique de la quinine dans la fièvre typhoïde.* Note de M. G. **Pécholier**, présentée par M. Charcot.

« Depuis 1866, à la suite des expériences de Coze et de Feltz et de mes travaux dans le laboratoire du professeur Béchamp, j'enseigne que la fièvre typhoïde est due à un ferment organisé dont j'ai cherché dès lors, avec succès, à enrayer l'évolution par la créosote ou l'acide phénique, agents antizymasiques que M. Béchamp employait dans ses belles expériences sur la *génération spontanée*.

» Je n'ai pas l'intention de revenir aujourd'hui sur ce point. Le Mémoire récemment imprimé, dont j'ai l'honneur d'offrir un exemplaire à l'Académie, a pour but d'expliquer comment j'ai été amené à substituer, comme antizymasique dans le traitement de la maladie qui m'occupe, la quinine à la créosote et à l'acide phénique.

» Les effets si puissants de la quinine contre la fièvre typhoïde, effets observés par tant de médecins et surtout depuis si longtemps par la série des grands cliniciens de Montpellier, et rapportés principalement, à tort selon moi, par les uns à son action antipériodique, et par les autres à son action hypothermique et antipyrétique, sont dus en première ligne, je crois l'avoir démontré, à son action antizymasique.

» Cette affirmation clinique m'a amené à une méthode rigoureuse de l'administration du remède. Commencer la quinine au premier soupçon de la fièvre typhoïde, et la donner quotidiennement à la dose de 0^{gr},80 ou de

1gr pendant la période d'augment et d'état, puis à dose décroissante jusqu'à la défervescence complète.

» C'est en me conformant à cette méthode que, dans ces dernières années, j'ai soigné plus de cinquante typhoïsants sans en perdre un seul. En outre de cette terminaison constamment favorable, j'ai constaté que le processus morbide est singulièrement amoindri et singulièrement raccourci. La maladie a évolué généralement à une température inférieure d'au moins 1° à celle qui aurait existé si la marche de la fièvre eût été abandonnée à elle-même. J'ai vu le plus grand nombre de mes convalescences commencer du douzième au dix-huitième jour.

» Lorsque, par le caractère exceptionnellement grave du cas ou par le retard qu'avait éprouvé le début de la médication quinique, je n'ai pas aussi facilement enrayé le processus morbide et qu'il a persisté à me présenter les températures axillaires vespérines de 39°,5 ou même de 40° et plus, j'ai trouvé un excellent secours supplémentaire dans les bains tièdes plus ou moins réitérés, qui, en diminuant la température du malade, m'ont donné très probablement une action antizymasique collatérale à celle de la quinine.

» Cette vertu de l'alcaloïde du quinquina ne s'adresse pas évidemment à tous les ferments morbides; mais elle semble, depuis longtemps déjà, avérée contre celui de la fièvre intermittente. Elle est excessivement probable dans la suette miliaire, certaines épidémies de fièvres puerpérales, certaines infections purulentes, peut-être dans la scarlatine, probablement dans la blennorrhagie et dans d'autres maladies où les effets majeurs de la quinine sont depuis longtemps démontrés.

» Si, comme l'a affirmé le professeur G. Sée, la quinine n'exerçait contre la fièvre typhoïde que des effets antipyrétiques, ceux-ci devraient se retrouver dans les autres maladies fébriles. Or, à l'instar de Trousseau, la plupart des médecins l'ont vue impuissante contre la fièvre hectique. Elle se heurte aussi, sans succès décisif, contre la fièvre inflammatoire et contre la plupart des fièvres éruptives. Dans la variole, c'est l'association de l'éther et de l'opium, vantée d'abord par du Castel, puis par Dreyfus-Brissac, qui possède la vertu antizymasique. C'est aussi le mercure employé en frictions.

» Cette action de l'alcaloïde du quinquina est-elle directe et due à des effets toxiques sur le ferment typhoïde? Est-elle, au contraire, subordonnée à l'action hypothermique du remède, laquelle modifierait la fermentation? Je penche beaucoup pour la première manière de voir, reconnaissant ce-

pendant que des expériences de laboratoire pourront seules prononcer sur ce point en dernier ressort. Il faudra, pour cela, cultiver le bacille typhoïde et le soumettre soit à des solutions titrées de quinine, soit à des abaissements gradués de température. »

PHYSIOLOGIE. — *Mesure de la pression nécessaire pour déterminer la rupture des vaisseaux sanguins.* Note de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**.

« Nous avons été conduits, par nos expériences relatives aux effets de l'insufflation des poumons par l'air comprimé, à rechercher quelle est la pression nécessaire pour déterminer la rupture des vaisseaux sanguins. Haller, Clifton Wintringham, Béclard ont déjà fait quelques recherches sur ce sujet, mais leurs mesures manquent de précision.

» Une pompe à eau mise en mouvement par un levier horizontal aspire l'eau dans un bocal et l'envoie dans un réservoir en fer forgé contenant 1^{lit} de mercure; la partie inférieure du réservoir communique par un tuyau de fer avec un tube de verre disposé verticalement dans l'axe d'un escalier tournant; le long du tube, qui s'élève à 10^{m} de hauteur et qui est formé de parties réunies par des colliers de Regnault, on a fixé une échelle divisée en mètres, centimètres et millimètres ([1]).

» Nous avons fait fixer, à la partie supérieure du réservoir, un robinet de laiton, qui présente une extrémité libre horizontale sur laquelle on peut visser différents ajutages; dans un bout d'artère détachée, on introduit un ajutage de laiton présentant plusieurs étranglements de différents diamètres, recouverts d'un tube mince de caoutchouc; l'artère est fortement fixée par des liens; le second bout de l'artère est fermé par un mandrin de laiton, qui présente exactement la même forme que l'ajutage. On comprime lentement l'eau dans le réservoir : le mercure s'élève peu à peu, tandis que l'eau pénètre dans l'artère qu'elle distend; on suit avec le doigt le niveau du mercure en montant dans l'escalier. A un certain moment, la colonne de mercure descend brusquement; au moment de la rupture du vaisseau, on lit sur l'échelle la hauteur qui a été atteinte.

» Nos expériences montrent que les pressions nécessaires pour rompre les artères sont beaucoup plus grandes que celles qui existent normalement dans ces vaisseaux. Ainsi, la pression du sang dans l'artère carotide

---

([1]) Ce manomètre à air libre de Regnault, installé au Laboratoire de recherches physiques, à la Sorbonne, a été mis à notre disposition par M. Jamin.

d'un chien étant de $0^m,15$ environ, ce vaisseau s'est rompu, dans un cas, à 7^{atm}; dans un autre cas, à 11^{atm}; c'est-à-dire sous des pressions de $5^m,32$ et $8^m,36$ de mercure, pressions 35 fois et 55 fois plus grandes que la pression normale.

» La veine jugulaire s'est rompue à $6^{atm},6$; une autre fois, à $9^{atm},2$.

» Dans un autre travail, nous étudierons les nombreuses applications à la Pathologie médicale et chirurgicale. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques particularités relatives aux connexions des ganglions cervicaux du grand sympathique et à la distribution de leurs rameaux afférents et efférents chez* l'Anas boschas. Note de M. F. **Rochas**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Le grand sympathique des oiseaux a été, jusqu'à ce jour, l'objet d'un petit nombre de recherches, entreprises surtout chez l'Oie et le Canard. En reprenant cette étude sur l'*Anas boschas*, j'ai pu rectifier quelques erreurs et signaler certains faits nouveaux touchant les connexions des ganglions cervicaux et la distribution de quelques-uns de leurs rameaux.

» Le ganglion cervical supérieur ou carotidien est, comme l'on sait, en rapport, en avant, avec le glossopharyngien, qui adhère étroitement à lui, tout en restant indépendant, et le recouvre en partie; en arrière, avec le pneumogastrique, au niveau des points où ces nerfs sortent du crâne ([1]).

» Il est entouré par une tunique conjonctive épaisse qui se continue avec la gaine de même nature dont sont recouverts eux-mêmes le glossopharyngien et le vague. C'est cette enveloppe résistante qui rend difficile la recherche de l'anastomose que la plupart des auteurs signalent entre le ganglion et le pneumogastrique, tandis que Weber en nie l'existence. Je ne l'ai constatée que rarement, et je signalerai une disposition anatomique qui se rencontre quelquefois et qui peut en donner l'illusion. Le tronc principal du sympathique, qui part du bord postérieur du ganglion, naît parfois de celui-ci par trois ou quatre filets qui se réunissent en dedans du pneumogastrique, en un seul rameau. Il peut arriver alors que le nerf vague s'engage entre deux de ces filets, écartés à la manière d'une boutonnière. Or, quand cette disposition existe, le filet qui croise extérieurement le

([1]) Pour l'orientation du ganglion, la tête est supposée perpendiculaire à l'axe de la colonne vertébrale, et celui-ci dirigé verticalement et perpendiculaire à l'axe du tronc.

nerf de la dixième paire est accolé intimement à celui-ci et peut être pris pour le rameau anastomotique dont il s'agit.

» Du bord supérieur du ganglion partent deux branches ascendantes, dont l'antérieure se dirige en avant et en haut et pénètre dans le canal carotidien avec l'artère cérébrale, tandis que la postérieure s'engage dans le canal de Fallope, où elle est en rapport avec l'ophtalmique interne et le nerf facial. Weber a figuré un filet anastomotique s'étendant du nerf de la septième paire jusque dans le canal carotidien, où il s'unit à la branche sympathique qui y est contenue. J'ai quelquefois observé une forte anastomose, dans le canal de Fallope même, entre le facial et la branche sympathique ascendante postérieure.

» Par son extrémité inférieure effilée, le ganglion carotidien émet : 1° une branche descendante qui accompagne la carotide primitive le long du cou; 2° un rameau assez ténu qui est à peine indiqué et qu'on n'a pas suivi. Il se porte jusqu'au niveau de la division de la carotide en trois branches (carotide interne, carotide externe ou faciale et occipitale), puis passe en dedans de l'occipitale et contourne cette artère pour se réfléchir, en se dédoublant, en avant et en haut, le long des carotides externe et interne. Les filets qui résultent de cette bifurcation sont réunis entre eux par un certain nombre de ramuscules disposés en plexus dans l'espace compris entre ces deux vaisseaux. Ce réseau nerveux, qu'on peut, en raison de ses connexions vasculaires, désigner sous le nom de *plexus intercarotidien*, est complété par une branche qui est à peu près constante, et naît du bord antérieur du ganglion pour se porter directement sur la carotide interne, le long de laquelle elle descend, souvent après avoir émis un rameau destiné à suivre la même artère, mais en sens inverse. Le plexus intercarotidien s'applique principalement sur la faciale et ses branches qu'il enlace. Il communique avec le glossopharyngien, et en arrière, par un ou plusieurs filets, avec la branche sympathique descendante, au niveau de la partie supérieure du tronc de la carotide primitive.

» En arrière du pneumogastrique, il existe un autre plexus, que j'appellerai *plexus occipital*, moins riche que le précédent en filaments nerveux, quelquefois entremêlé de très fines artérioles émanant de l'occipitale, et formé par des branches provenant du tronc principal du sympathique. Il s'étend jusque sur l'occipitale, qu'il entoure.

» Ces deux plexus, que je ne trouve mentionnés nulle part, sont constitués par des ramuscules très grêles, qu'il est difficile de suivre, même à la loupe, si l'on n'a pas au préalable injecté la carotide et ses branches

pour distendre ces vaisseaux, et laissé séjourner pendant un jour ou deux la pièce anatomique dans une solution saturée d'acide picrique.

» Toute cette portion prérachidienne du sympathique cervical est complétée par des filets ténus, qui se détachent du tronc principal, un peu avant son entrée dans le canal vertébral, et se jettent, à la partie supérieure du cou, dans les masses musculaires latérales et postérieures. Je n'ai jamais rencontré de ganglions sur cette partie prévertébrale du tronc principal, non plus que dans les plexus qui viennent d'être décrits. Tout au plus observe-t-on çà et là quelques intumescences gangliformes provenant de la juxtaposition de deux filets s'entrecroisant ou adhérant l'un à l'autre par un point de leur surface.

» La portion intrarachidienne du sympathique consiste en une longue chaîne ganglionnaire logée dans le canal vertébral et croisée à angle droit par les branches antérieures des nerfs cervicaux. Les connexions de ces ganglions avec les paires rachidiennes correspondantes sont très imparfaitement indiquées par Swan. Weber, plus explicite, semble regarder chaque ganglion comme résultant de la fusion à peu près complète des deux cordons nerveux : *ganglion confluxu nervi spinalis et nervi sympathici oriens...*, *ut in his gangliis non parvus ramus nervorum cervicalium recipiatur, sed fere totus nervus cervicalis*. En réalité, chacun d'eux est creusé à sa surface externe d'un sillon transversal dans lequel est comme moulée la branche antérieure de la paire rachidienne correspondante. Sur un des bords de ce sillon, et parfois sur les deux, aboutit un très court rameau communiquant qui se détache du nerf cervical au niveau même du ganglion.

» J'indiquerai prochainement les particularités anatomiques relatives à la distribution des autres portions du grand sympathique chez le Canard, me réservant de décrire et de figurer la disposition de ce système chez les représentants des différents groupes d'oiseaux, dans un travail d'ensemble que je prépare sur le grand sympathique des oiseaux (¹). »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la nature de la néoformation placentaire et l'unité de composition du placenta.* Note de M. LAULANIÉ, présentée par M. Bouley.

« Les formes variées du placenta rentrent, comme on sait, dans deux types : 1° le type des placentas uniques ; 2° le type des placentas multiples.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

On sait aussi que, dans une tentative hardie, Ercolani a voulu réduire le premier de ces types au second, par la considération d'un épithélium sécréteur qui serait constant et nécessaire.

» La systématisation du célèbre histologiste italien se développe d'ailleurs dans les propositions suivantes, dont je traduis, sinon la forme littérale, au moins le sens réel : 1° la conception entraîne dans la muqueuse utérine le développement d'un processus destructeur simple ou complexe, et d'un processus néoformateur, d'où résulte le placenta maternel; 2° le placenta se constitue par les relations qui s'établissent entre les villosités choriales *absorbantes* et les villosités *maternelles* sécrétantes.

» Je m'attacherai seulement aujourd'hui à la deuxième de ces formules pour montrer l'erreur de fait et, par conséquent, l'erreur doctrinale qu'elle renferme. J'espère, en même temps, par une analyse aussi sobre que possible des faits, arriver à une nouvelle synthèse des placentas, en ramenant le type des placentas multiples à celui des placentas uniques, par la considération d'un élément conjonctif partout présent et fournissant, par son universalité même, le témoignage de l'unité anatomique et fonctionnelle du placenta.

» Examinons cet élément dans les deux formes typiques.

» A. *Placentas uniques.* — J'ai particulièrement étudié à ce point de vue les Rongeurs (Cobaye, Rat, Lapin) et les Carnivores (Chien, Chat).

» Chez les Rongeurs, la portion maternelle du placenta est formée par une masse protoplasmique, unique et irréductible, contenant un grand nombre de noyaux dont la dissémination est tellement irrégulière, qu'on ne peut établir autour d'eux un territoire protoplasmique défini. Cette cellule placentaire, dont j'ai fait connaître ailleurs tous les caractères [1], est creusée d'un réseau sanguin *dépourvu de revêtement endothélial.* Elle affecte ainsi l'apparence d'une masse réticulée, dont les travées sont pénétrées progressivement par les villosités choriales.

» Chez les Carnivores, les villosités maternelles affectent la forme de lames foliacées et plus ou moins anastomosées, qui ont pour base une masse protoplasmique irréductible en cellules (Chat) ou partiellement réductible en éléments analogues aux cellules dites interstiticielles (Chien). Ces lames soutiennent dans leur axe un réseau sanguin, dont l'endothé-

---

[1] *Sur une nouvelle espèce d'élément anatomique. La cellule placentaire des Rongeurs.* (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 28 février 1885. Note de M. Laulanié, présentée par M. Mathias Duval.)

lium est fortement turgescent, comme dans le Chien, ou composée de cellules intersticielles et quelquefois géantes, comme dans le Chat.

» Nous retrouvons donc partout ce même stroma protoplasmique fondamentalement le même, quelquefois résoluble en cellules, mais constamment dépourvu d'un revêtement épithélial sécréteur. En dehors de ses caractères immédiats qui en dénoncent la nature conjonctive, il ne faut pas oublier qu'il procède de la caduque placentaire dont les éléments, autrefois décrits par M. Robin, sont très manifestement conjonctifs.

» B. *Placentas multiples*. — Quoique les apparences soient ici plus favorables à la doctrine d'Ercolani par la forme glandulaire que revêtent les couches maternelles, il est facile de retrouver, dans les placentas diffus ou cotylédonaires, à la place de l'épithélium sécréteur d'Ercolani, les formes variées de l'élément conjonctif si abondamment répandu dans les placentas uniques.

» La surface des cavités maternelles est en effet tapissée par un revêtement cellulaire qui affecte les caractères variés des cellules endothéliales, des cellules intersticielles et des cellules géantes. En certains cas la cellule conjonctive acquiert un développement colossal et se répand sur de grandes étendues sous la forme de lames protoplasmiques multinucléaires.

» Les histologistes n'auront pas de peine à reconnaître dans ces formes variées, mais équivalentes, une espèce rare de tissu conjonctif dont l'élément exclusivement cellulaire est le résultat d'une adaptation locale de la cellule conjonctive. Ce qui domine ici et constitue la note caractéristique, c'est la turgescence et l'exubérance nutritive de l'élément. Ces caractères sont l'expression particulière du mouvement d'accroissement du placenta et du processus vaso-formateur dont il est incessamment le siége jusqu'à la fin de la gestation.

» *Conclusions*. — 1° La néoformation maternelle du placenta est, dans tous les cas, le résultat d'un processus conjonctivo-vasculaire; 2° les surfaces maternelles sont constamment dépourvues de l'épithélium sécréteur que leur avait attribué Ercolani. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur un fœtus de Gibbon et son placenta.* Note de M. **J. Deniker**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Il n'existe aucune description complète de fœtus de Gibbon. Si Breschet [1] en a donné une figure, elle est malheureusement insuffisante, et Gratiolet [2] n'a décrit que le cerveau de ce Singe à l'état fœtal.

» Ayant eu l'occasion d'étudier récemment un fœtus de Gibbon et ses annexes, conservés dans l'alcool, j'ai été à même de constater certains faits anatomiques nouveaux [3].

» Ce fœtus est de sexe femelle et mesure (les jambes étendues au maximum) $0^m,20$ du vertex à la plante des pieds et $0^m,142$ du vertex au coccyx. Etant donnés cette taille et le degré de développement des ongles, des poils, des organes génitaux, de la membrane pupillaire, des bourrelets dentaires, du cerveau, etc., on peut estimer qu'il est du dernier mois de la vie intra-utérine, c'est-à-dire âgé probablement de sept à huit mois.

» Je n'ai pas eu d'indication sur l'espèce à laquelle il se rapporte. Mais, d'après la couleur du pelage et l'existence d'une membrane entre les deuxième, troisième et quatrième orteils, allant jusqu'à l'articulation de la première avec la seconde phalange, je suppose qu'il appartient à l'une de ces deux espèces : *Hilobates lar.*, J.-G. Saint-Hilaire ou *H. agilis*, F. Cuvier.

» La tête est très grande par rapport à la taille. Les oreilles, également grandes, sont diversement pliées de deux côtés : à droite, le repli de l'hélix donne à l'oreille la forme d'un triangle dont le sommet est tourné en haut; à gauche, au contraire, ce repli est disposé de façon à donner à cet organe l'aspect d'un triangle dont le sommet est dirigé en bas. Le nez et la bouche présentent les traits caractéristiques de l'adulte. Les mammelles sont assez développées et rappellent les tétines d'une chienne. Elles sont très rapprochées l'une de l'autre, et la distance entre leur centre ne dépasse pas $0^m,01$. Les callosités fessières sont déjà bien marquées; de forme ovale, elles ont $0^m,017$ de longueur sur $0^m,003$ de largeur.

» Les membres thoraciques présentent tous les caractères que l'on retrouve chez l'animal adulte; seulement, ils paraissent être plus courts que

(1) Breschet, *Recherches sur la gestation des quadrumanes* (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XIX, *Pl. VIII* et *IX*, *fig.* 1, Paris 1845).

(2) Gratiolet, *Mémoire sur les plis cérébraux*, etc., p. 38; Paris, 1854.

(3) J'ai eu ce fœtus grâce à l'obligeance de M. le professeur Pouchet.

chez l'adulte par rapport à la longueur du tronc et de la tête (distance entre le vertex et le bout du coccyx). En supposant cette dernière longueur égale à 100, la dimension du membre thoracique sera représentée par le chiffre 127. Il existe au pied une membrane interdigitale, comme je l'ai déjà dit; elle s'étend même entre le quatrième et le cinquième orteils, mais elle n'y atteint que le milieu de la première phalange. Les ongles sont libres à leurs extrémités. Les poils couvrent presque tout le corps; leur couleur varie du jaune pâle au brun, suivant les emplacements. Les poils les plus foncés se trouvent sur le sommet de la tête (sans former une calotte, cependant) et sur le dos.

» Le fœtus était rattaché par un cordon, long de $0^{m},21$, à son placenta. Au contraire de ce que représente la figure donnée par Breschet, ce placenta est simple, c'est-à-dire formé d'un seul disque. Malgré le plus grand soin apporté dans l'examen de la pièce, je n'ai pu y découvrir aucune trace d'un second disque placentaire sur les parois utérines. D'ailleurs, ayant fait l'injection de la pièce, j'ai pu me convaincre, par la distribution des vaisseaux, qu'il ne pouvait pas y exister deux disques. En effet, les deux artères et la veine ombilicale, au lieu de se distribuer en partie sur un des disques et se porter ensuite sur l'autre, comme c'est le cas dans les placentas doubles des Singes, se terminaient toutes sur le disque en ramifications très fines, sans qu'aucune d'elles dépassât son bord.

» Le placenta se trouvait au fond de l'utérus, un peu déjeté sur sa paroi postérieure. Il a la forme d'une ellipse dont le grand axe mesure 73^{mm} et le petit 58^{mm}; son épaisseur est à peu près de 15^{mm}. Les vaisseaux du cordon ombilical viennent s'insérer sur ce placenta, tout près de son bord postérieur. La subdivision du disque en plusieurs lobules (cotylédons) est à peine indiquée sur la face interne ou fœtale.

» La couche musculaire des parois utérines est très mince ($0^{mm},5$); elle devient quatre fois plus épaisse dans sa partie adhérente au placenta. La caduque sérotine ou le placenta utérin présente deux couches : 1° une couche très mince ($0^{mm},5$), compacte, envoyant des prolongements entre les lobules du placenta fœtal (portion caduque du placenta utérin); 2° une couche épaisse de $1^{mm},5$, d'aspect spongieux (portion fixe) ne ressemblant en rien à la couche correspondante dans le placenta de Macaque, figuré et décrit par Turner [1]. Il n'y a pas traces d'aréoles si caractéristiques du placenta

(1) TURNER, *On the placentation of the apes* (*Philosoph. Transact. of the R. Soc. of London*, t. CLXIX, p. 535, et *Pl. II, fig.* 5; Londres, 1878).

des Singes en général. Par sa minceur et son aspect, cette couche rappelle plutôt la structure du placenta utérin dans l'espèce humaine.

» Étant données : 1° la variabilité du nombre des disques placentaires, suivant les genres et même les espèces, chez les Singes; 2° la constatation des cas de placentas doubles dans l'espèce humaine; 3° les deux observations (d'Owen et de Huxley) de placentas simples chez le Chimpanzé et une observation analogue (la mienne) chez le Gibbon; 4° la similitude de la structure intime du placenta utérin chez le Gibbon avec ce que l'on observe dans l'espèce humaine; 5° la relation qui existe entre cette structure et la forme du placenta chez les Mammifères en général, on est porté à croire que le placenta des Singes anthropoïdes est simple, c'est-à-dire constitué par un seul disque, et que les placentas doubles ne se rencontrent chez les animaux qu'à titre d'exception, comme dans l'espèce humaine et dans certains genres de Singes, les Ouistitis (*Hapale*) par exemple. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur quelques points de la physiologie des muscles lisses chez les Invertébrés*. Note de M. **H. de Varigny**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers [1].

« Les caractères principaux de la contraction des muscles lisses, tels qu'ils sont formulés, sont exacts pour les muscles lisses des Vertébrés. Ils ne le sont plus quand on étudie la physiologie du muscle lisse chez les Invertébrés.

» Beaucoup de ceux-ci, en effet, ne possèdent que des muscles lisses : les uns, affectés à la vie de relation, les autres à la vie de nutrition. Laissant de côté ces derniers, dont la physiologie se rapproche beaucoup de celle de leurs homologues dans la série des Vertébrés, ne considérons que les principales propriétés physiologiques des muscles lisses de la vie de relation.

» 1° Ces muscles sont soumis à l'influence de la volonté (Poulpe, Elédone, Holothuries, etc.); c'est volontairement que les Céphalopodes contractent leur manteau pour se déplacer, que les Holothuries se retournent et changent de place.

» 2° Ces muscles ne sont pas nécessairement thermosystaltiques : ainsi, j'ai souvent tenté d'obtenir une contraction musculaire en élevant graduel-

[1] Travail du Laboratoire de Zoologie et Physiologie expérimentales de Banyuls-sur-Mer.

lement la température de l'eau qui renfermait un fragment du manteau du Poulpe : aucune contraction ne se produit. Ceci est un point important, étant donné le thermosystaltisme très net et accentué des muscles de la vie de nutrition du même animal.

» 3° L'irritabilité des muscles lisses de la vie de relation n'est pas invariablement moindre que celle des muscles striés. Il y a, il est vrai, des muscles lisses très peu irritables : j'en ai rencontré de nombreux exemples parmi les Mollusques principalement; par contre, les muscles du manteau du Poulpe, de l'Élédone, etc., et de diverses Holothuries (*H. tubulosa*, *Stichopus regalis*) ne le cèdent en rien, pour l'irritabilité, aux muscles striés de certains animaux, les Crustacés par exemple. Ils réagissent aux mêmes excitants : la contraction est très rapide et brève, beaucoup plus que celle des muscles rouges du Lapin, telle que la décrit M. Ranvier, et aussi que celle des muscles de la vie de nutrition (jabot et intestin) des mêmes animaux. Du reste, M. P. Bert a signalé, il y a longtemps, cette rapidité de la contraction qui rapproche le muscle du manteau des Seiches des muscles striés, au point de vue physiologique ([1]).

» 4° La contraction et la décontraction, très lentes dans certains muscles lisses de la vie de relation, plus lentes parfois que dans certains muscles de la vie de nutrition, deviennent très rapides, chez les Céphalopodes et les Holothuries. Il n'y a pas de différence essentielle entre le graphique fourni par une pince de Dromie, de Grapsus, ou de Pagure, pour ne parler que des Crustacés, et celui que fournit une *Eledone moschata* ou un *Stichopus regalis*.

» 5° La période latente, très longue dans les muscles lisses volontaires de certains Mollusques, devient chez d'autres plus courte que dans tels muscles striés.

» Par conséquent l'étude des muscles lisses chez les Invertébrés conduit à la conclusion qu'il n'existe pas de différence essentielle entre la physiologie des muscles lisses et celle des muscles striés. Les muscles lisses, dans certaines conditions, arrivent à égaler les muscles striés et même à les surpasser, au point de vue physiologique. Chez les Invertébrés, leur rôle est considérable ; car, tout en demeurant les agents actifs des mouvements de la vie de nutrition, ils deviennent les agents des mouvements volontaires et puisent dans le contact avec les nerfs de motricité volontaire une énergie telle et acquièrent un développement physiologique si parfait, qu'ils oc-

([1]) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 300 et suiv.; 1867.

cupent dans la hiérarchie fonctionnelle un rang supérieur à celui de certains muscles striés, alors que le muscle strié d'une façon générale est actuellement l'agent contractile le plus parfait, le plus développé, celui dont l'évolution est la plus avancée.

» Ce développement considérable du muscle lisse dans certains animaux est intéressant, en ce qu'il permet de rattacher fonctionnellement les formes les plus dégradées de l'agent contractile (mouvements érectiles et mouvements des fibres lisses involontaires) aux formes les plus parfaites (muscle strié blanc). Le muscle strié rouge du Lapin et le muscle lisse volontaire de l'Élédone, du *Stichopus*, etc., représentent des intermédiaires, des formes de passage physiologique.

» En somme donc, il n'y a pas lieu de scinder la physiologie des muscles en deux chapitres : la physiologie générale de l'élément contractile est *une*, et les différences existant sur certains points entre telle ou telle catégorie de muscles n'ont rien d'essentiel : elles sont d'ordre secondaire. »

ZOOLOGIE ET PHYSIOLOGIE. — *Sur le* Bos triceros, *Rochbr., et l'inoculation préventive de la péripneumonie épizootique, par les Maures et les Pouls de la Sénégambie.* Note de M. le Dr **A.-T. de Rochebrune**, présentée par M. de Quatrefages.

« Au moment où le monde scientifique s'émeut à juste titre des magnifiques découvertes de M. Pasteur, il n'est pas inutile de signaler certains faits d'inoculation en usage depuis des siècles chez des populations improprement qualifiées de barbares, faits basés sur des habitudes, dont le hasard seul, sans doute, a été le principal mobile, mais qui, par les conséquences qui en découlent, montrent que l'homme, au berceau comme au *summum* de la civilisation, guidé par les mêmes besoins, peut arriver à des résultats semblables.

» Le 2 août 1880, notre savant maître, M. le Professeur de Quatrefages, communiquait pour nous à l'Académie une Note sur une race de Bœufs domestiques, propre à la Sénégambie; cette race, parfaitement fixée, est caractérisée, disions-nous, par la présence, sur la région nasale, d'une corne identique aux cornes frontales, par sa nature et son mode de développement.

» Nous insistions, en outre, sur les modifications éprouvées par les susnaseaux porteurs de la corne, et consistant en une vascularisation du tissu osseux, en une hypergénèse de leurs éléments propres, ayant pro-

voqué une ostéoporose fonctionnelle, simulant, par son aspect caverneux, le noyau osseux des cornes frontales.

» Plus tard, dans un Mémoire relatif à cette même race (*Nouv. Arch. Mus.*, t. III, 2e série; 1880, p. 159 et suiv.), nous avons hasardé quelques hypothèses en faveur de son origine probable.

» Les coups fréquemment répétés sur la région susnasale auraient-ils amené, nous demandions-nous, un état inflammatoire du tissu osseux contaminé et, par des modifications successives, survenues sous l'influence d'une sorte de sélection, l'ostéoporose fonctionnelle et la corne, conséquence directe, seraient-elles devenues héréditaires?

» Cette supposition était à peine soutenable et nous n'insistions pas; il en est de même d'une autre dont nous n'avions pas cru devoir tenir compte, bien qu'elle fût en faveur parmi certaines populations sénégambiennes; nous y revenons aujourd'hui, d'après des renseignements fournis par notre affectueux Confrère de la Marine, M. le Dr Colin, non parce qu'elle présente à nos yeux une valeur quelconque, comme cause productrice de la race en question, mais parce qu'elle fait connaître un usage d'un important intérêt ethnologique.

» Une habitude dont l'origine se perd dans la nuit des temps consiste, chez les Maures et les Pouls de la Sénégambie, à inoculer sur leurs troupeaux de Bœufs le virus de la péripneumonie épizootique (*pneumosarcie, phthisie péripneumonique*), maladie contagieuse fréquente dans les contrées qu'ils habitent.

» La pointe d'un couteau de forme primitive, ou celle d'un poignard, est plongée dans le poumon d'un sujet mort de l'affection, et une incision permettant de faire pénétrer le virus sous la peau des animaux bien portants est pratiquée dans la région susnasale. L'expérience a démontré tout l'avantage de cette opération préventive.

» Le procédé d'inoculation suivi par les éleveurs anglais et belges, d'après les indications de Wilhelm (de Hasselt) et suivant lequel une incision est faite sous la queue des animaux bien portants, à l'aide d'un scalpel couvert de mucus purulent ou de sang pris dans le poumon d'un individu mort de péripneumonie, semble calqué sur le mode opératoire des Maures et des Pouls, jusqu'ici cependant complètement ignoré.

» Pas plus que les coups répétés sur la région susnasale, l'inoculation du virus de la péripneumonie ne peut être invoquée comme produisant l'ostéoporose des susnasaux et la corne si caractéristiques, malgré l'affirmation des Maures et des Pouls. Cette inoculation est en effet employée

pour d'autres races de Bœufs, sans qu'aucun phénomène, excepté l'immunité morbide, ait été constaté.

» L'origine du *Bos triceros* restera, sans doute longtemps encore, à l'état d'énigme. Quoi qu'il en soit, l'étude de cette race nous a conduit à faire connaître un procédé d'inoculation préventive qui, du reste, n'a pas lieu d'étonner chez des populations où la vaccination du virus variolique de l'homme atteint de variole à l'homme sain est en usage depuis une époque non moins reculée.

» Nous reviendrons bientôt sur ce sujet. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur des Mousses de l'époque houillère.* Note de MM. **B. Renault** et **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« On n'a signalé jusqu'à présent qu'un très petit nombre de Mousses conservées à l'état fossile, et les quelques représentants de cette famille qui aient été rencontrés dans les couches de l'écorce terrestre proviennent des dépôts de l'époque tertiaire; ils appartiennent même presque tous aux formations miocènes : on ne connaît en effet dans l'éocène supérieur qu'une seule espèce de Mousse, venant des gypses d'Aix, et ces plantes semblent fort rares dans l'éocène inférieur. Ainsi M. de Saporta n'en a signalé aucune à Sézanne, où il n'a trouvé, comme représentants de l'embranchement des Muscinées, que des Hépatiques, du genre *Marchantia*; il y a cependant aussi de véritables Mousses, ainsi que l'un de nous l'a reconnu en prenant des moulages des cavités dont sont criblés les travertins de cette localité. Mais, si l'on remonte plus haut dans la série des terrains, on ne voit plus aucune trace connue de ce groupe de plantes : on a seulement signalé dans l'oolithe inférieure de Lorraine une empreinte de *Marchantites*, et encore des plus problématiques; enfin O. Heer a rencontré dans le lias de Schambelen, en Argovie, des Coléoptères du groupe des Byrrhides, qui vivent aujourd'hui parmi les Mousses, et il a conclu de leur présence dans ces couches à l'existence des Mousses à la même époque [1]; c'est là l'indice le plus reculé qu'on puisse signaler.

» Les infatigables recherches poursuivies par M. Fayol et par ses collaborateurs dans le terrain houiller de Commentry permettent de faire remonter beaucoup plus haut l'existence de ces végétaux : nous venons, en effet, de recevoir de M. Fayol quelques empreintes, trouvées à Commentry

---

[1] O. Heer, *Le Monde primitif de la Suisse*, traduction française, p. 109.

dans la tranchée de Forêt, qui appartiennent incontestablement à la classe des Mousses proprement dites. Elles sont constituées par un grand nombre de petites tiges, réunies le plus souvent en touffes serrées, mais se séparant les unes des autres sur le bord de l'empreinte et alors très nettement visibles; quelques-unes d'entre elles, du reste, sont isolées et se prêtent encore mieux à l'étude.

» Ces tiges, longues de $0^{m},03$ à $0^{m},04$ et larges d'environ un tiers de millimètre, paraissent généralement simples; cependant quelques-unes sont ramifiées et émettent, sous des angles aigus, un certain nombre de rameaux, qui s'écartent d'abord un peu de la tige dont ils sont issus, pour la suivre ensuite parallèlement. Elles sont garnies de petites feuilles alternes, très rapprochées, longues de 1^{mm} à $1^{mm},5$, distantes seulement de $0^{mm},5$ à 1^{mm}, un peu arquées en dehors, aiguës au sommet, et munies d'une nervure médiane bien marquée; leur contour n'est généralement pas très net : souvent on ne distingue, de part et d'autre de la nervure, d'un brun très foncé, qu'une mince bande membraneuse d'un brun beaucoup plus clair, à bord assez mal limité; les mieux conservées paraissent avoir été lancéolées et un peu embrassantes à la base. En examinant ces empreintes au microscope, on discerne sur les tiges et sur les feuilles la trace d'un réseau de cellules alignées en files parallèles; en outre, les tiges présentent de fines cannelures longitudinales bien visibles.

» L'aspect général de ces empreintes, avec leurs tiges serrées à la base les unes contre les autres, est tout à fait celui de plusieurs espèces du genre *Polytrichum*. M. Bescherelle a bien voulu, d'ailleurs, nous prêter, pour l'examen de ces échantillons, le secours de sa profonde connaissance des Mousses, et y a trouvé également une grande ressemblance d'aspect avec le genre *Polytrichum*, dont les tiges sont munies, précisément comme celles-ci, de fines cannelures longitudinales; il nous a communiqué aussi quelques espèces du genre exotique *Rhizogonium*, de la tribu des Mniacées, qui présentent, notamment par leur port, une analogie marquée avec nos Mousses fossiles, mais qui n'ont pas sur leurs tiges ces cannelures longitudinales caractéristiques de la tribu des Polytrichacées, par lesquelles les Mousses houillères de Commentry paraissent se rapprocher plus étroitement de cette dernière tribu que de toute autre.

» Il n'y a malheureusement sur ces empreintes aucune trace d'organe fructificateur, et, dans ces conditions, il est impossible de fixer d'une façon sûre leur place dans la classification actuelle des Mousses : on sait, en effet, combien les rapports superficiels peuvent être trompeurs, et com-

ment, dans les Fougères, on avait été amené, par exemple, à rapprocher des Cyathéacées, d'après l'aspect de leurs frondes stériles, des *Pecopteris* du terrain houiller qui appartiennent en réalité aux Marattiacées. Nous croyons, en conséquence, devoir nous abstenir de donner aux Mousses dont nous venons de parler une dénomination générique impliquant une parenté qui, pour le moment, ne serait pas suffisamment certaine, et nous proposons de les désigner simplement sous le nom de *Muscites polytrichaceus;* mais il nous paraît très probable, d'après leur aspect extérieur et leur ressemblance avec les *Polytrichum* et les *Rhizogonium*, qu'elles doivent appartenir au groupe des Acrocarpes plutôt qu'à celui des Pleurocarpes, qui, avec leurs tiges à végétation continue, ont, en général, un port tout à fait différent. Des découvertes ultérieures nous renseigneront peut-être sur cette question de classement; mais, quelle que soit la solution que l'avenir lui réserve, il nous a paru que le fait de l'existence des Mousses à l'époque houillère méritait à lui seul d'être signalé. »

GÉOLOGIE. — *Origine des minerais de fer, de manganèse et de zinc, existant autour du Plateau central, dans les premiers calcaires jurassiques et à la base de ces calcaires*. Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai fait voir récemment que les sédiments de la période primaire déposés autour du Plateau central, dans les Cévennes en particulier, contiennent, dans toute leur épaisseur, à l'état de diffusion complète, des proportions tout à fait imprévues de combinaisons métallifères et spécialement de zinc. J'ai montré, en outre, en m'appuyant sur mes recherches antérieures, comment on peut expliquer de la manière la plus naturelle cette accumulation de substances métallifères sans faire appel aux profondeurs du globe, ni même à aucune émanation, en prenant ce mot dans son sens le plus étendu. Je viens, aujourd'hui, apporter une autre série de résultats qui, j'espère, feront faire un nouveau pas à cette question.

» La base de la formation jurassique, dans tout le midi de la France, est toujours constituée par des calcaires plus ou moins magnésiens. C'est immédiatement au contact de ces calcaires, et souvent au milieu d'eux, qu'on rencontre un grand nombre de minerais métallifères et, en particulier, des gisements de minerais de zinc. J'ai étudié ces dépôts calcaires à l'aide de l'instrument de toutes mes recherches, l'analyse chimique.

» Dans un travail de Géologie pure, publié il y a quinze ans (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXVI), j'ai étudié sur une

partie notable *du pourtour* des Cévennes la base des terrains jurassiques. J'avais recueilli au cours de cette étude 210 échantillons de roches, et cela au point de vue purement géologique, sans aucune préoccupation des idées chimiques qui inspirent toutes mes recherches depuis plusieurs années. J'ai réuni, il y a deux ans, une autre série comprenant 128 échantillons; mais cette deuxième série avait été recueillie en vue de mes recherches chimiques, et tout particulièrement en vue du travail que je résume aujourd'hui.

» *Résultats obtenus.* — Les 338 échantillons examinés m'ont tous donné du manganèse et du zinc avec 10^{gr} de roche; mais, dans le plus grand nombre des cas, le résidu du traitement de 10^{gr} de roche était suffisant pour permettre de reconnaître nettement, souvent plus de dix fois, la présence du manganèse et du zinc.

» Pour expliquer la localisation du manganèse et du zinc dans la partie inférieure de la formation jurassique, on invoque toujours l'existence d'émanations intérieures qui seraient venues, après coup, introduire des combinaisons métallifères entre les terrains secondaires et les terrains anciens. La théorie que je m'efforce de faire prévaloir, et que j'ai résumée récemment d'une manière explicite, n'a rien de commun avec celle que je viens de rappeler. J'ai montré que, *à l'heure actuelle,* les terrains anciens qui entourent le Plateau central contiennent, à l'état de diffusion complète, *des quantités de substances métallifères,* et en particulier du zinc, *bien des milliers de fois supérieures* à celles qui sont isolées dans cette grande région, substances qui existaient dans les mers qui ont déposé ces sédiments. J'ajouterai que, au point de vue qui nous occupe (le muschelkalk *calcaire* étant peu développé dans le sud-ouest de la France), les mers du trias sont la continuation, au point de vue métallifère, de celles de la période primaire, en ce sens que leurs eaux ont agi presque constamment sur les roches de la formation primordiale. Il résulte, dès lors, de cet état de choses, que les premiers sédiments calcaires par lesquels débute, dans le midi et le centre de la France, la formation jurassique, se sont déposés dans des mers dont les eaux n'avaient pour ainsi dire remué que des débris de roches primordiales, des mers, par conséquent, dont les eaux et les sédiments renfermaient des quantités sensibles de substances métallifères. Il est donc tout naturel que les premiers sédiments jurassiques, venant se déposer dans des eaux riches en substances métallifères, soient eux-mêmes riches à ce point de vue; mais nous pouvons aller plus loin.

» D'une manière tout à fait générale, et pour le sud et le centre de la France en particulier, l'élément calcaire ne devient prépondérant dans les

dépôts des mers qu'à partir de la base de la formation jurassique. Dès lors, sans nous préoccuper en aucune façon de l'origine du calcaire, un fait d'observation est absolument certain, c'est que les premiers sédiments de la formation jurassique étant calcaires, et les mers des temps primaires et des temps triasiques ayant surtout remué et trituré des roches de la formation primordiale, c'est (comme je l'ai démontré du reste) dans des mers riches, en particulier, en sels de fer, de manganèse et de zinc, que se sont précipités les premiers dépôts calcaires constituant la base de la formation jurassique. Ceci étant, on se retrouve en présence de cette grande réaction sur laquelle j'ai déjà insisté ailleurs, du calcaire se précipitant dans une eau contenant en dissolution des combinaisons de fer, de manganèse et de zinc; que va-t-il se passer?

» Une grande séparation va immédiatement s'effectuer. Au premier contact du calcaire précipité, les combinaisons du fer en dissolution et en suspension vont se séparer, tandis que le manganèse et le zinc resteront en dissolution dans le liquide calcaire. Le fer passé à l'état de combinaison insoluble va donc se précipiter tout d'abord, et par conséquent se déposer sur les sédiments primaires ou triasiques, c'est-à-dire sur des dépôts argileux et siliceux, tandis que le manganèse et le zinc, restant solubles à la faveur du calcaire, ne se déposeront qu'avec lui, en l'imprégnant du reste complètement. Si, d'un autre côté, il se produit certaines réactions dans des conditions spéciales, réactions et conditions que j'étudierai pour chaque grand cas particulier, le manganèse et le zinc vont se séparer et s'isoler à leur tour, en formant des accumulations qui pourront devenir industriellement exploitables; mais la séparation fondamentale indiquée plus haut existera toujours : on retrouvera invariablement les minerais de fer à la partie inférieure, souvent au contact du terrain siliceux, tandis qu'on verra toujours les minerais de manganèse et de zinc en relation évidente avec les calcaires, et souvent même en relation exclusive avec eux.

» Or, si l'on se reporte aux faits depuis longtemps établis autour du Plateau central, on reconnaîtra qu'ils sont en concordance complète avec les résultats chimiques exposés plus haut et les conclusions qui viennent d'être formulées; et ce qui montre bien que ce qui domine toute cette grande question, c'est la présence ou l'absence de l'élément calcaire, et non l'âge absolu soit du calcaire, soit des dépôts siliceux sous-jacents, c'est qu'on retrouve toujours cette imprégnation (par des minerais de zinc) dans les premiers calcaires de la formation jurassique, qu'ils appartiennent aux plus anciens dépôts, comme dans la région de Saint-Ambroise (Gard), ou

à des horizons plus élevés, au lias proprement dit, ou même à l'oolithe inférieure, comme dans la région d'Alais.

» En rapprochant les faits exposés dans cette Note et dans la précédente, on arrive de la façon la plus naturelle à la conclusion générale suivante :

» Les substances métallifères isolées autour du Plateau central et en relation évidente avec les calcaires de la base des terrains secondaires, en particulier le fer, le manganèse et le zinc, sont des combinaisons extraites d'abord des roches de la formation primordiale par les eaux marines, puis isolées et séparées au sein de ces eaux, sous l'action seule des réactions chimiques de la voie humide. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un dépôt de source, provenant de Carmaux (Tarn).* Note de M. **Stan. Meunier.**

« Je dois à M. H. Fayol, directeur des houillères de commentry, la communication d'une substance rencontrée par son frère, M. Paul Fayol, dans l'intérieur des mines de Carmaux (Tarn). Une galerie horizontale, ouverte à 120^m de profondeur dans le puits Sainte-Barbe, a pénétré de 70^m dans la roche verte qui, en ce point, sert de soubassement au terrain houiller. Cette galerie, large de 2^m, a recoupé, sous l'angle de 40° environ, une fissure orientée sensiblement de l'est à l'ouest et qui livre passage à une source dont la température est de 18°.

» La fissure, large de $0^m,15$ et tapissée d'abondants cristaux blancs ou incolores de calcite, parfois assez volumineux, est remplie d'une matière gélatineuse d'aspect très spécial. Elle est sensiblement incolore, sauf dans quelques points où sont empâtés des fragments verdâtres de la roche encaissante et dans d'autres qui sont teintés par une substance ocreuse.

» Séchée à 110°, cette matière possède une densité égale à 1,75. Examinée en lame mince au microscope, elle paraît entièrement amorphe si l'on fait abstraction de petits grains de calcite parfois fort nombreux et irrégulièrement disséminés. Elle est très aisément fusible au chalumeau en un verre bulleux; le sel de phosphore y révèle la silice. Traitée par l'acide chlorhydrique, elle donne lieu à une violente effervescence et le liquide se remplit de flocons que tout d'abord j'ai pris pour de la silice gélatineuse; mais ces flocons, réunis sur un filtre et séchés, sont aussi fusibles que la matière initiale.

» C'est seulement par la fusion avec le carbonate de baryte que l'attaque

peut être complète. On reconnaît alors que la combinaison consiste en un silicate de chaux avec fer.

» Les minéraux analogues jusqu'ici connus étant l'okénite et la plombiérite, il convenait de les comparer avec le dépôt de Carmaux. Or j'ai trouvé dans celui-ci :

Silice	42,30
Chaux	30,28
Oxyde de fer	4,12
Soude	0,09
Eau	22,50
	99,29

» C'est une composition tout à fait semblable à celle de la plombiérite ; mais les propriétés du produit que je signale sont différentes en ce qui concerne la structure, la résistance aux acides et l'origine. Par la dessiccation, en effet, cette matière se réduit considérablement de volume ; elle est alors opaque, grise ou d'un blanc de lait, et d'une structure fibreuse rappelant tout à fait le papier mâché ou certaines variétés d'asbeste. Toutefois il suffit de remettre dans l'eau cette sorte de *carton de montagne* pour que son état gélatineux primitif se reproduise exactement, et l'on peut indéfiniment transformer le carton en gelée et la gelée en carton. J'ai pu faire bouillir longtemps le dépôt gélatineux avec de l'acide chlorhydrique sans le décomposer notablement, ce qui contraste avec la solution facile de la plombiérite. En outre, l'origine des deux minéraux est évidemment fort différente : la plombiérite résulte de la réaction exercée par les eaux thermales de Plombières sur les maçonneries romaines ; à Carmaux non seulement il n'existe rien de pareil, mais on ne peut même pas supposer que l'eau minérale agisse sur la calcite, car celle-ci se dépose en même temps que le silicate. L'eau de Carmaux renferme sensiblement $0^{gr},34$ de matière fixe par litre, consistant en

Carbonate de chaux	57,6
Silice	18,1
Chlorure de sodium	24,3
	100,0

Placée dans un long tube et additionnée d'acide chlorhydrique, l'eau naturelle dégage de très fines et de très nombreuses bulles d'acide carbonique.

» Telle que je l'ai reçue, elle tenait en suspension beaucoup de flocons grisâtres qui, séparés par le filtre et analysés, consistent en un mélange de carbonate et d'hydrosilicate de chaux. Or ce dernier sel est immédiatement décomposable, même à froid, par l'acide chlorhydrique comme la plombiérite. De plus, il se développe un produit tout pareil pour l'aspect dans l'eau naturelle filtrée qu'on soumet à l'évaporation. Il paraît résulter des observations précédentes que ces flocons sont, comme le premier temps du dépôt gélatineux, en voie de constitution, et c'est à l'enchevêtrement des filaments que ce dernier doit sa structure feutrée si spéciale. D'après mes expériences, la plombiérite ressemblerait au produit qui se forme autour d'un morceau de marbre blanc abandonné dans la solution aqueuse du silicate de soude; tandis que le dépôt de Carmaux serait imité davantage par le précipité auquel on donne lieu quand, dans du silicate de soude, on plonge un tube fêlé renfermant du chlorure de calcium. Il semblerait que, en se déposant sur les parois de la fissure de Carmaux, le silicate de chaux se tasse progressivement, et que, pendant que ses filaments s'enchevêtrent pour donner le feutre décrit plus haut, sa constitution se modifie pour acquérir plus de stabilité chimique.

» Quant à l'origine des principes minéraux renfermés dans l'eau de Carmaux, il ne faut pas la chercher dans la roche verte. Celle-ci, d'après les études chimiques et microscopiques auxquelles je l'ai soumise, constitue une sorte très particulière de grès feldspathique à grains fins, sur lequel j'aurai l'occasion de revenir ailleurs. Sa densité est égale à 2,67; sa fusibilité est facile au chalumeau. Dans les points voisins de la crevasse aquifère, cette roche est pénétrée de calcite au point de faire avec les acides une effervescence très nette. Dans une variété, la chaux carbonatée fibreuse remplit d'innombrables petites fissures, toutes parallèles les unes aux autres, d'où résulte un aspect assez agréable; d'autres veinules sont constituées par de la sidérose. Mais la substance de la roche ne semble avoir subi nulle part d'altération dont les produits seraient entraînés par l'eau : à peine observe-t-on en quelques endroits la nuance ocracée acquise en s'oxydant par certains éléments chloritiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les ravages produits par une trombe, aux environs d'Argentan (Orne), le 16 février 1885.* Extrait d'une Lettre de **M. E. Vimont** à M. Faye.

« Une *trombe* a exercé ses ravages, le lundi 16 février dernier, sur les communes du Champ-de-la-Pierre, Saint-Martin-l'Aiguillon et Rânes (Orne). J'ai passé la journée du dimanche 22 à parcourir le terrain; voici, comme première indication générale, les faits que j'ai pu recueillir.

» Vers 4^h de l'après-midi, plusieurs coups de tonnerre se firent entendre, venant du *sud-ouest*, puis un nuage noir s'avança rapidement, présentant à sa base des appendices inégaux. La nuit se fit presque complète. Tout à coup, les habitants du village de *Bois-Morel* (Saint-Martin-l'Aiguillon) virent une sorte de *fumée blanchâtre* s'avancer en rasant le sol et renversant tout sur son passage. Les couvertures en chaume furent ouvertes, et les pailles projetées au loin; un hangar fut soulevé et renversé. Les tuiles des autres couvertures volaient à plus de 50 pieds en l'air, les portes se renfonçaient de plus de 2 pouces, ainsi que les fenêtres, dont les carreaux volaient en éclats. Cela ne dura que quelques instants.

» Quand les habitants sortirent, ils furent épouvantés des ravages accomplis par la trombe. Sur une largeur moyenne de 250^m à 350^m, tous les pommiers, poiriers, chênes énormes, hêtres étaient renversés. Des poiriers avaient éclaté, des branches étaient transportées à 40^m, des chênes avaient été tordus, partagés en fragments de la grosseur d'un crayon à dessin. Dans un herbage, le centre a été respecté complètement, tandis que les arbres des contours étaient tous brisés ou renversés circulairement.

» La longueur parcourue par l'ouragan est d'environ 3500^m, et le nombre des arbres enlevés, arrachés, dépasse de beaucoup *deux cents*. Comme ce sont, pour la plupart, des pommiers de rapport, la perte est considérable.

» Les deux trombes se sont réunies en une seule, au village de Bois-Morel, puis sont restées unies sur une longueur de 2800^m. Ensuite les deux courants se sont de nouveau scindés et ont perdu de leur violence. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note sur une nouvelle méthode d'observations d'étoiles, au moment de leur passage au méridien.

L'auteur propose d'installer la lunette dans le méridien, dans une position horizontale et invariable. Dans cet instrument, les fils d'araignées destinés aux observations des passages seraient remplacés par des fils de verres cylindriques très minces, et, au moment du passage, l'image de l'astre serait renvoyée dans le réticule à l'aide d'un sidérostat.

On peut, en outre, donner au sidérostat un mouvement rotatoire, qui permette de donner à l'astre, quand il traverse le champ de la lunette, une vitesse arbitraire pouvant être déterminée.

Au moment du passage d'une étoile, les fils de verre, formant lentilles, permettraient, par une augmentation d'éclat notable, d'apprécier avec une grande précision les époques de passages aux centres des fils, malgré le mouvement apparent très lent de l'étoile.

On arrive ainsi à diviser l'erreur d'observation par un facteur considérable, dépendant du rapport des deux vitesses : de la vitesse apparente de l'étoile, et de la vitesse de rotation de la Terre.

M. **Virlet d'Aoust** adresse une Note relative à un mirage lunaire, observé dans la nuit du 23 au 24 février, vers 11 heures et demie du soir.

M. **F. Laur** adresse une Note relative à de nouvelles coïncidences entre des dépressions barométriques et des tremblements de terre, entre le 13 et le 19 février.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 février 1885.

Notice sur les travaux physiologiques de Lavoisier; par M. H. Milne-Edwards. Paris, Gauthier-Villars, 1885; br. in-8°.

Les origines de l'Alchimie; par M. Berthelot. Paris, G. Steinheil, 1885; in-8°.

Eloge de M. Charles-Emmanuel Sédillot; par M. le Dr Horteloup. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Etudes de Psychologie comparée; par le professeur N. Joly. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1885; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Clinique médicale; par le Dr N. GUENEAU DE MUSSY, t. IV. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-8°. (Présenté par M. Vulpian pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Eléments d'Anthropologie générale; par le Dr PAUL TOPINARD. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Manuel pratique des maladies de l'oreille; par le Dr D.-M. LÉVI. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-12. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité d'Anatomie comparée pratique; par le prof. CARL VOGT et E. YUNG. 6e livraison. Paris, C. Reinwald, 1885; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Faune de la Sénégambie; par A.-T. DE ROCHEBRUNE. *Reptiles-Amphibiens.* Paris, O. Doin, 1884; 2 fascicules in-8°.

Rapport à Messieurs les Ministres de l'Intérieur et du Commerce sur les mesures prises contre l'épidémie cholérique de 1884 *à Paris et dans le département de la Seine.* Paris, imp. Chaix, 1885; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1885. Bruxelles, F. Hayez, 1885; in-12.

Discours prononcés aux funérailles de M. le baron Thenard à la Ferté, le mercredi 13 *août* 1884. Dijon, impr. Jobard, 1884; in-8°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section de Médecine; t. V, IIIe fascicule, années 1880-1884. Montpellier, Boehm, 1884; in-4°.

Leçons élémentaires d'hygiène; par M. HECTOR GEORGE; 6e édition. Paris, Delalain, 1885; in-12.

Bulletin de la station agronomique de la Loire-Inférieure; par A. ANDOUARD. Nantes, imp. Mellinet, 1884; in-8°.

La médecine et la chirurgie des anti-septiques; par A.-P. GOURVAT. Nontron, imp. Goubault, 1884. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Contribution à l'étude de la croissance chez l'homme et les animaux (*Physiologie et Hygiène comparées*). Thèse pour le doctorat en médecine, présentée et soutenue le 12 février 1885 par SAINT-YVES MÉNARD. Paris, Asselin et Houzeau, 1885; in-4°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; par M. EM. BOURQUELOT. 1re Thèse : *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Mollusques céphalopodes.* 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, typogr. Hennuyer, 1884; in-8°.

Sur une objection présentée par M. Stockwell contre la théorie du mouvement de la Lune de Delaunay; par M. C. Gogou. Sans lieu ni date; br. in-4°.

La chronologie géologique. Discours prononcé à la séance publique de la classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique; par E. Dupont. Bruxelles, F. Hayez, 1884; br. in-8°.

Essai de Chimie appliquée à la Thérapeutique. L'acide phénique et la fièvre typhoïde; par A. Robin. Paris, Asselin et Houzeau, 1885; br. in-8°.

De la congestion rénale primitive; par M. A. Robin. Paris, Bourloton, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins et Mémoires de la Société médicale des Hôpitaux de Paris.*)

Note sur les Conjuguées du midi de la France; par M. Fr. Gay. Paris, Bourloton, 1884; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique.*)

Journal du gaz et de l'électricité; 4e année, nos 1 à 24; 5e année, nos 1, 2. Paris, 1884-1885; 27 numéros in-4°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis; ser. III, vol. XII, fasc. 1, 1884. Upsaliæ, 1884; in-4°.

Ercole Roselli. *Armonia assoluta e naturale delle Scienze filosofiche e sociali.* Ancona, tip. del Commercio, 1885; in-8°.

Procedings of the Boston Society of natural History; vol. XXII, Part II, III. Boston, 1883-1884; 2 livr. in-8°.

Circulars of information of the Bureau of education; nos 6, 7, 1884. Washington, government printing office, 1884; 2 livr. in-8°.

California State mining bureau. Henry G. Hanks, *State mineralogist. Fourth annual Report of the State mineralogist for the year ending may* 15, 1884. Sacramento, James J. Ayers, 1884; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 janvier 1885.)

Page 114, ligne 6 en remontant, formule (B), *au lieu de*

$$c^3(1 - \sin\delta)[(\text{séc}\,\delta - \text{tang}\,\delta)^2 + 2]\ldots,$$

lisez

$$c^3(1 + \sin\delta)[(\text{séc}\,\delta + \text{tang}\,\delta)^2 + 2]\ldots.$$

(Séance du 26 janvier 1885.)

Page 204, ligne 6, *ajouter :* pour φ de 0° à 45°.

Même page, ligne 11, *ajouter :* mais pour des latitudes plus boréales, il faut chercher pour quelle valeur de γ la fonction dévient un maximum; l'expression pour le calcul des limites devient ainsi, de 45° à 90°, $\beta^3 \dfrac{1 + \sin^2\varphi}{\sin 2\varphi} \underset{<}{=} \dfrac{6\varepsilon}{\sin^2 1'' \cos\varphi}$.

Même page, intercaler entre les formules (c) et (d) la suivante :

$$(f) \qquad \beta^3 \frac{1 + \sin^2\varphi}{\sin^2\varphi} = \beta^3 c'_{,} \underset{<}{=} \frac{6\varepsilon}{\sin 1'' \cos\varphi}.$$

Même page, ligne 6 en remontant, *au lieu de* $\varphi = 45°$ à 90°, *lisez*

$\varphi = 45°$ à 61°,28, et avec (f) de $\varphi = 61°,28$ à 90°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *J.-A. Serret*, Membre de la Section de Géométrie, s'exprime ainsi :

« Un nouveau vide, et bien considérable, vient de se faire dans les rangs de l'Académie des Sciences. Notre éminent Confrère, M. Serret, qu'une maladie trop grave empêchait, depuis près de douze ans, de prendre une part active aux travaux de l'Académie, a succombé au dernier coup de cette maladie, il y a juste huit jours aujourd'hui, au moment où il descendait du wagon de chemin de fer qu'il avait pris à Versailles, pour se rendre à notre séance, suivant une habitude qu'il s'était plu à conserver.

» Les obsèques de M. Serret n'ont pas eu lieu à Paris; mais sa famille nous avait conviés à nous rendre à la gare d'Orléans pour lui faire nos derniers adieux. Le wagon qui devait le transporter dans son pays natal avait été transformé en chapelle ardente, devant laquelle se sont réunies les députations de l'Académie des Sciences, du Collège de France, de la Faculté des Sciences, du Bureau des Longitudes et de l'École Polytechnique, entourées d'un grand nombre d'amis de l'illustre savant. Un premier dis-

cours devait être prononcé par M. Bonnet, son Collègue à la Faculté des Sciences, qui lui était lié d'une amitié étroite depuis plus de quarante ans; mais, craignant de fléchir sous son émotion, M. Bonnet a prié M. Darboux de lire son discours à sa place. Après lui, M. Renan a pris la parole au nom du Collège de France; puis M. Faye, pour le Bureau des Longitudes, puis M. Mercadier, pour l'École Polytechnique.

» Chacun de ces discours, en mettant en relief la grande valeur de l'œuvre scientifique de M. Serret, a donné la démonstration de la grandeur de la perte que venait de faire l'Académie dans la personne de ce maître, qui était prêt encore pour de nombreux travaux lorsque la maladie l'a désarmé.

» Maintenant, Messieurs, je vais donner la parole à M. Jordan, pour lire devant vous le discours qu'il devait prononcer au nom de l'Académie des Sciences :

Discours de M. Jordan,

au nom de l'Académie des Sciences.

« La Section de Géométrie est singulièrement éprouvée. Un an s'est à peine écoulé depuis que nous avons eu la douleur de perdre M. Puiseux, qu'une longue et cruelle maladie venait de ravir à la Science et à l'Institut, et voici qu'un de nos Confrères les plus anciens et les plus justement illustres nous est brusquement enlevé.

» M. Serret, dont la mort laisse aujourd'hui un si grand vide parmi nous, est né à Paris le 30 août 1819. Entré, après de brillantes études, à l'École Polytechnique, il en sortit dans le service des Tabacs; mais cette carrière convenait peu à cet esprit passionné pour les pures spéculations des sciences abstraites. Il ne tarda pas à donner sa démission et entra comme examinateur à Sainte-Barbe. Dès ses premiers pas dans l'enseignement, le succès le plus éclatant vint couronner ses efforts et lui montrer qu'il avait trouvé sa voie. En 1848, à peine âgé de vingt-neuf ans, il fut nommé examinateur d'entrée à l'École Polytechnique. Il remplit ces difficiles fonctions pendant quatorze ans, à la grande satisfaction des candidats, dont l'humble suffrage n'est pas toujours à dédaigner. Ceux qui ont passé par ses mains aiment encore à se rappeler aujourd'hui sa bienveillance, son impartialité, la promptitude et la sûreté de ses jugements.

» M. Serret commençait dès la même époque la publication des beaux travaux qui lui ont assigné une place éminente parmi les géomètres.

» Le premier Mémoire qu'il ait présenté à l'Académie a pour objet la représentation géométrique des fonctions elliptiques et ultra-elliptiques. Partant de cette propriété de la lemniscate, dont l'importance n'avait pas été soupçonnée avant lui, que les coordonnées d'un point de cette courbe peuvent s'exprimer rationnellement par des fonctions elliptiques de l'arc, M. Serret ne se propose rien moins que de déterminer toutes les courbes qui jouissent de ce caractère et montre qu'il en existe une infinité.

» L'impression produite par ce beau travail fut considérable, et l'on sentit dès lors que la place de l'auteur était marquée à l'Institut.

» Le Mémoire sur les surfaces orthogonales, qui parut peu de temps après dans le *Journal de Liouville*, ne fut pas moins remarqué; il eut, d'ailleurs, la bonne fortune de servir de point de départ à de nombreuses recherches; plusieurs de nos meilleurs géomètres doivent à leurs études sur cette belle question le commencement de leur réputation.

» M. Serret a consacré à la théorie générale des courbes gauches et des surfaces plusieurs autres Mémoires, véritables modèles d'élégance et de clarté, comme tout ce qui est sorti de sa plume. Parmi les beaux résultats qu'ils renferment, on doit signaler particulièrement la détermination des surfaces qui admettent une série de lignes de courbure sphériques.

» Le Mémoire sur une classe d'équations différentielles simultanées qui se rattachent à la théorie des courbes à double courbure parut dans le Tome XVIII du *Journal de Liouville* et doit être assurément compté parmi les œuvres capitales de notre regretté Confrère. La théorie de ces systèmes singuliers d'équations différentielles, que Lagrange avait entrevus sans en achever l'étude, forme, en effet, un chapitre nouveau et important ajouté au Calcul intégral.

» Choisi, en 1849, pour suppléer M. Francœur dans la chaire d'Algèbre à la Sorbonne, M. Serret s'y montra à la fois géomètre éminent et professeur incomparable. De ces savantes leçons est né ce *Cours d'Algèbre supérieure* dont trois éditions successives n'ont pas épuisé le succès et qui jouit d'une autorité si incontestée dans tout le monde savant. « Ce n'est pas un livre » sur l'Algèbre, c'est le livre », nous disait un jour un géomètre étranger, interprète du sentiment public. Ce bel Ouvrage est, en effet, le guide indispensable pour quiconque veut aborder la théorie des équations. Il réunit, dans une exposition lumineuse, à l'ensemble des résultats obtenus jusque-là

dans cette branche de la Science, toute une série de recherches originales et importantes sur les diverses théories qui s'y rapportent, et principalement sur celles des substitutions et des congruences.

» En 1856, M. Serret rentra à la Sorbonne comme suppléant de M. Le Verrier à la chaire d'Astronomie. Ce nouveau champ ouvert à son activité ne fut pas moins fécond que les précédents. Un Mémoire classique sur l'équation de Kepler et d'importantes recherches sur le mouvement de rotation de la Terre en furent le fruit.

» Tant de travaux ne pouvaient rester sans récompense. M. Serret devint successivement professeur de Mécanique céleste au Collège de France, professeur de Calcul différentiel et intégral à la Sorbonne et membre du Bureau des Longitudes; enfin, le 19 mars 1860, il fut appelé à succéder à M. Poinsot dans la Section de Géométrie.

» Cette haute situation, si légitimement acquise, et dont il ne se servit jamais que dans l'intérêt de la science, mit en pleine lumière les qualités de son caractère bon, serviable et bienveillant. Non content d'encourager les jeunes gens de ses conseils et de son appui, il prit une part prépondérante à la fondation et à l'organisation de l'École des Hautes Études, dont nous pouvons apprécier aujourd'hui les utiles résultats. C'est également à lui que nous devons la belle publication des *OEuvres de Lagrange,* digne hommage rendu par l'Institut à l'un de ses membres les plus illustres.

» Au milieu des désastres de 1870, lorsqu'il fallut réorganiser à la hâte, en province, les cours de l'École Polytechnique, on fit encore appel au dévouement de M. Serret. Cette œuvre patriotique fut le dernier acte de sa vie publique; car cette carrière si brillante allait être brisée avant l'heure, par une catastrophe inattendue.

» Dès l'année 1871, notre éminent Confrère avait ressenti une atteinte légère du mal auquel il devait succomber. L'année suivante, à Strasbourg, frappé d'une attaque foudroyante, il fut ballotté un mois entier entre la vie et la mort; la vigueur de sa constitution et les soins pieux dont il était entouré réussirent encore à le sauver; mais sa santé était profondément atteinte, et il se vit obligé de renoncer à la vie active.

» Cette pénible épreuve a duré douze années, pendant lesquelles il nous a été donné d'admirer sa patience et la gaîté qui ne l'avait jamais abandonné. Il vivait paisiblement à Versailles entouré d'une famille aimée, dans une tranquille retraite qu'il s'était créée et où il avait su se procurer, au sein même de la ville, quelques-uns des intérêts de la campagne. Il n'en

sortait que rarement; il aimait toutefois à venir à nos séances, qu'il suivait assidûment, ne prenant jamais la parole en public, mais prononçant de temps en temps dans les Commissions quelques mots où se manifestaient la rectitude et la lucidité de son esprit, et qui dans sa bouche avaient une autorité particulière.

» Nous aimions à penser que notre éminent Confrère resterait encore longtemps auprès de nous et que la catastrophe finale, si longtemps retardée par les soins vigilants d'une compagne dévouée, pourrait être définitivement écartée. Cette espérance vient d'être cruellement déçue. »

Discours de M. Ossian Bonnet,

au nom de l'Académie et de la Faculté des Sciences.

« Messieurs,

« L'Académie et la Faculté des Sciences viennent d'être frappées d'un coup terrible et inattendu. Un de nos Confrères les plus sympathiques et les plus aimés, Alfred Serret, a succombé à une attaque d'apoplexie foudroyante, de la façon la plus tragique, en se rendant à la dernière séance de l'Académie.

» Nul n'a ressenti plus douloureusement que moi les effets de cet affreux événement : j'étais le camarade de promotion de Serret à l'École Polytechnique; depuis plus de quarante ans, nous étions liés par la plus étroite amitié, et souvent, réunis dans l'intimité de sa charmante famille, aujourd'hui si désolée, nous aimions à nous entretenir des années de notre jeunesse, à nous rappeler nos premiers travaux, nos premiers efforts. Vous comprendrez donc l'émotion qui m'étreint, quand je pense que c'est devant une tombe et pour des adieux éternels que j'ai mission de parler.

» Laissez-moi d'abord rappeler combien était digne de vous l'éminent et cher Confrère que nous avons perdu.

» Alfred Serret fut nommé élève à l'École Polytechnique à la suite du concours de 1838. Dès les premiers classements, il s'accusait géomètre; qu'une difficulté se présentât, nous allions la lui soumettre, la solution était immédiate et nos jeunes suffrages lui ouvraient dans l'avenir les portes de l'Institut.

» Classé à la sortie de l'École d'abord dans l'artillerie, puis dans l'administration des Tabacs, il ne tarda pas à renoncer aux carrières de l'État

pour se consacrer tout entier à la Science et à l'enseignement; une vocation irrésistible l'entraînait déjà de ce côté.

» Le premier travail de Serret est une Note publiée en 1842 (deux ans après sa sortie de l'École Polytechnique), et qui a pour objet une représentation géométrique, très originale et très élégante, des fonctions Γ d'Euler. Peu de temps après, il s'occupa d'une série de questions analogues, mais beaucoup plus ardues, sur les intégrales eulériennes, sur les fonctions elliptiques et ultra-elliptiques, sur la représentation de ces fonctions par les arcs de certaines courbes dont il donna la définition et la remarquable génération.

» Tous ces travaux, où de sérieuses difficultés sont surmontées avec un rare bonheur, fixèrent l'attention des géomètres. Liouville, dont l'opinion avait alors force de loi, les accueillit avec éloge, les inséra dans son *Journal de Mathématiques* et en fit l'objet de plusieurs Rapports à l'Académie, concluant tous à l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. Serret prenait ainsi place parmi les représentants les plus autorisés de la Science mathématique en France; et, en 1848, ayant à peine vingt-neuf ans, il figurait sur une liste de présentation faite à l'Académie par la Section de Géométrie.

» A partir de cette époque, rien n'arrête Serret dans la voie des découvertes : doué d'une puissance d'invention vraiment rare, se livrant avec ardeur à un travail excessif, et qui, hélas! a dû certainement avancer le terme de sa vie, il publie sans interruption pendant plus de trente ans une série de travaux sur toutes les branches des Mathématiques : l'Algèbre supérieure, la Théorie des nombres, le Calcul intégral, la Géométrie, la Mécanique, l'Astronomie. Je voudrais pouvoir m'étendre longuement sur ces travaux remarquables, que l'auteur me communiquait souvent lui-même avant leur publication, que j'ai lus et relus avec un intérêt toujours renouvelé et que, depuis le funeste événement, mon esprit se retrace d'ensemble avec la plus vive admiration; mais le lieu ne permet pas un pareil développement : je me bornerai à dire que l'œuvre de Serret constitue un des bagages scientifiques les plus considérables de notre temps, et que, par le choix des questions traitées, l'habileté et la profondeur des moyens employés, l'élégance et la clarté de l'exposition, elle fournit aux jeunes géomètres, qui veulent grandir, un précieux ensemble de modèles à suivre.

» Comme la plupart des carrières bien remplies, celle de notre regretté Confrère présente plusieurs aspects différents. En même temps que l'inventeur fécond et le travailleur infatigable, on trouve, chez Serret, l'homme

utile qui sait mettre en œuvre, au grand profit de tous, les ressources naturelles ou acquises de son esprit.

» Chargé d'abord des examens d'entrée à l'École Polytechnique et déployant, dans ces délicates fonctions, un très grand tact et une rare sûreté de jugement, il ne tarde pas à être nommé : à la Sorbonne, successivement professeur suppléant d'Algèbre supérieure, professeur suppléant d'Astronomie, professeur titulaire de Calcul différentiel et de Calcul intégral; puis, au Collège de France, professeur de Mécanique céleste.

» Qui de nous n'a présents, à cette heure, les souvenirs qui se rattachent au passage de Serret dans ces chaires diverses? De même que, simple élève à l'École Polytechnique, il dissipait déjà les premières obscurités de la Science, de même, professeur à la Faculté et au Collège de France, le voyait-on, mis aux prises avec des difficultés de premier ordre, les aplanir avec une simplicité telle et rendre tout si clair, que l'auditeur soupçonnait à peine qu'il venait de franchir l'obstacle qui l'avait d'abord effrayé.

» Oui, Serret avait au plus haut degré les qualités du professeur accompli : zèle à toute épreuve, clarté, ordre et méthode, grande facilité de parole, enthousiasme communicatif.

» Mais, à côté du chercheur profond et de l'éminent vulgarisateur, il y avait encore, je puis le dire plus qu'un autre, l'homme aimable et bon, le causeur spirituel et bienveillant, l'ami constant et dévoué, et en même temps aussi l'énergique militant dans les questions où l'honneur scientifique était engagé.

» Ah! s'il est vrai que trop souvent les jours des hommes d'élite sont comptés, combien la famille, les nombreux amis de Serret devaient craindre qu'il ne fût enlevé trop tôt!

» Depuis dix années déjà, l'inique sentence semblait le menacer sans cesse. Nous suivions tous avec angoisse l'affaiblissement progressif de cette belle intelligence, et cependant c'était encore pour ses Confrères un reste de joie que de le revoir chaque semaine à l'Académie, au milieu d'eux; cette satisfaction, il la partageait lui-même au point de n'en vouloir rien perdre; mais elle devait avoir pour tous un terme, hélas! trop proche : la mort est venue trancher subitement une vie dont le cours ordinaire des choses eût rendu déjà la fin prématurée.

» J'ai terminé la partie la moins pénible de ma tâche, il m'en reste la plus douloureuse : cher ami, au moment où cette tombe va se fermer sur toi pour toujours, tes Collègues de l'Académie et de la Faculté des Sciences

t'apportent le suprême adieu, et du fond de leur cœur attristé t'adressent ces dernières paroles : Si ton existence, comme savant, comme ami et père de famille, a été trop courte pour la Science et pour l'affection, si elle est tout entière pour ceux que tu laisses un songe à réveil cruel, du moins tu as assez vécu pour fonder la durée de ton nom, que rendent impérissable tes actions et tes travaux.

» Quant à moi, m'associant à ta famille à jamais inconsolable et désormais privée des joies que tu savais si bien répandre autour d'elle, qu'il me soit permis d'ajouter : cher Serret, ton souvenir vivra éternellement dans le cœur de ton vieux camarade, de ton ami de quarante-cinq ans qui, en te perdant, perd ses plus chères affections. »

Discours de M. Faye,

au nom du Bureau des Longitudes.

« Messieurs,

» Le Bureau des Longitudes tient à adresser un dernier adieu à M. Serret dont il regrette profondément la fin prématurée. Il n'oubliera jamais les services que M. Serret lui a rendus dans des circonstances difficiles. Il sait qu'il n'a pas tenu à lui de nous en rendre bien d'autres encore. Mais le coup fatal qui l'a frappé, il y a une dizaine d'années, a brusquement interrompu sa brillante carrière. Du moins M. Serret retrouvait-il avec nous, dans un cercle restreint de Collègues amis, quelque chose de ses brillantes facultés. Il suivait attentivement nos travaux, il intervenait dans nos discussions, d'une manière brève, mais toujours droite et nette qui nous prouvait que son esprit et son affection pour nous étaient restés intacts.

» Parfois même nous nous prenions à espérer que le temps et les soins pieux dont il était entouré dans son aimable et digne famille nous le feraient retrouver tout entier. Hélas ! c'est la mort qui l'a frappé au moment où nous nous plaisions trop à oublier ses menaces.

» C'est pour nous du moins une consolation que de pouvoir nous dire que nos réunions lui ont procuré chaque semaine, jusqu'à la dernière, les satisfactions intellectuelles qu'il pouvait encore goûter et qu'il aurait si bien mérité d'avoir complètes.

» Adieu, cher Collègue et ami : tous, nous saluons avec attendrissement vos dépouilles mortelles ! »

Discours de M. Renan,

AU NOM DU COLLÈGE DE FRANCE.

« Messieurs,

» La mort a d'étranges surprises. Dimanche, vers une heure de l'après-midi, M. Serret assistait à l'assemblée des professeurs du Collège de France, suivait les discussions à l'ordre du jour, travaillait avec nous à réparer les pertes sensibles que nous avons subies en ces derniers temps; et lundi, vers la même heure, la mort venait le frapper, si subite, si peu annoncée, qu'aucune des personnes qui l'aimaient n'était là pour recevoir son dernier soupir. Il faut féliciter ceux que la clémence du sort soustrait ainsi aux amertumes des suprêmes déchirements. Mais le coup pour ceux qui restent est bien rude. Il est rude surtout quand celui que l'on perd s'est attiré l'affection de tous par le charme de son commerce, l'affabilité de son caractère, sa constante et universelle bonté.

» Voué de bonne heure à ces hautes spéculations abstraites qui semblent tirer l'homme hors de la planète qu'il habite et le rendre indifférent aux joies et aux tendresses de la vie, M. Serret garda le meilleur des liens avec la réalité : celui d'une amabilité charmante pour tout ce qui l'entourait, d'une sympathie générale qui ne le laissait froid à rien de ce qui est bon, droit ou grand. Qui le sait mieux que cette famille si dévouée, à laquelle il a donné et de laquelle il a reçu tant de bonheur? Ses collègues et ses confrères ne goûtaient pas moins vivement sa cordialité, sa loyauté, son désir de plaire et de rendre service.

L'extrême variété des sciences enseignées dans un institut comme le nôtre, qui représente le travail original de l'esprit humain dans toute son amplitude, nous rend parfois bien incompétents quand il s'agit de juger les travaux spéciaux de nos collègues. Mais il y a quelque chose que nous savons tous apprécier, c'est la valeur des hommes et des esprits. Pesé à ces deux balances, Serret n'avait pas à craindre d'être trouvé trop léger. Sa manière d'enseigner frappait tous ceux qui avaient assisté, ne fût-ce qu'en profanes, à une de ses leçons. On ne vit jamais, dans une chaire transcendante, pareille clarté, pareil entrain. On sentait une entente profonde de la matière, un ardent amour du sujet, un génie qui se jouait dans les formules les plus hautes, dans les combinaisons les plus ardues.

» Faut-il que d'aussi lumineuses intelligences disparaissent! On ne se console de ces dures leçons infligées à notre orgueil qu'en songeant que la

science est éternelle, qu'elle n'est point assujettie aux lois fatales de notre fragilité. Ce que nous n'avons pas le temps de faire, d'autres le feront. Ces monuments immenses, ou plutôt ces collines bâties, qui couvrent la plaine de Babylone, sont faites en briques de quelques centimètres de long. Courte est une vie scientifique; mais immense est un capital où rien ne se perd. Serret a travaillé pour sa part à ce grand édifice de la science moderne dont les profondeurs cachent tant d'efforts anonymes. Le Collège de France gardera toujours le souvenir de ce professeur excellent, que tous ne pouvaient suivre dans les hautes régions où l'entraînaient ses calculs, mais que tous aimaient, car tous sentaient en lui un homme et un cœur. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Procédés d'observations des polaires à une grande distance du méridien et Table renfermant le terme correctif destiné à faciliter les réductions.* Note de M. **M. Lœwy.**

« Lorsqu'on entreprend l'étude des polaires, on est obligé d'effectuer deux opérations différentes : la première consiste dans la recherche des constantes instrumentales, et la seconde a pour but de fixer la position des étoiles. Nous allons examiner successivement ces deux problèmes. Nous partons, pour établir la discussion, de la formule générale connue

$$\sin(\tau_1 - m) = \sin(f + c)\operatorname{séc} n \operatorname{séc}\delta + \operatorname{tang} n \operatorname{tang}\delta,$$

où τ_1, m, f, c et n ont les significations indiquées dans les Communications précédentes. On peut remplacer cette formule par la suivante :

$$\sin(\tau_1 - m) = \sin(f + c)\operatorname{séc}\delta + \operatorname{tang} n \operatorname{tang}\delta + 2\sin^2\frac{n}{2}\sin(f + c)\operatorname{séc}\delta;$$

on trouvera facilement que le terme $2\sin^2\frac{n}{2}\sin(f + c)\operatorname{séc}\delta$ peut être toujours négligé, c'est-à-dire lorsque f sera plus petit que 20′ d'arc, et n et c plus faibles que 3^s ou 4^s de temps. Nous pourrons donc écrire

$$(1)\qquad \sin(\tau_1 - m) = \sin(f + c)\operatorname{séc}\delta + \operatorname{tang} n \operatorname{tang}\delta;$$

de même il est, dans tous ces cas, permis d'admettre

$$\sin(\tau_1 - m) = (f + c)\operatorname{séc}\delta \sin 1'' + n \operatorname{tang}\delta \sin 1'',$$

et, comme il s'agit ici de polaires, nous pouvons, uniquement pour faciliter la discussion, écrire aussi

$$\sin(\tau_1 - m) = (f + c + n)\,\text{tang}\,\delta \sin 1'' = \text{A}\,\text{tang}\,\delta = \text{A}\,\text{séc}\,\delta.$$

» Lorsqu'il s'agit de déterminer l'état de l'instrument, on s'appuie sur l'ascension droite connue des polaires, et, au moyen de l'équation (1), on déduit la valeur de n, ($\tau_1 - m, f$ et c étant données); il faut donc examiner dans quelle condition on doit se placer, afin d'obtenir pour n la précision la plus élevée. En différentiant l'équation précédente, on obtient

$$\cos(\tau_1 - m)\,d\tau_1 = d\text{A}\,\text{séc}\,\delta + \text{A}\,\text{séc}^2\,\delta\,d\delta$$

ou

$$d\text{A} = dn = \cos(\tau_1 - m)\,d\tau_1 \cos\delta - \text{séc}\,\delta\,d\delta$$
$$= \cos(\tau_1 - m)\,d\tau_1 \cos\delta - \sin(\tau_1 - m)\,d\delta.$$

» En appelant $\mathcal{R}$ l'ascension droite de la polaire, t l'heure du passage observé, on a $\tau_1 = \mathcal{R} - t - \tau$ et $d\tau_1 = d\mathcal{R} - dt$; dt représente donc l'erreur du passage observé, $d\mathcal{R}$ l'erreur de l'ascension droite adoptée, $dt \cos\delta$ et $d\mathcal{R} \cos\delta$ leurs valeurs réduites à l'équateur, et $d\delta$ l'erreur de la déclinaison. $d\mathcal{R} \cos\delta$ et $d\delta$ sont des erreurs du même ordre, car il n'y a aucune raison pour considérer *a priori* l'une des coordonnées mieux déterminée que l'autre; mais $dt \cos\delta$, représentant l'erreur d'une observation isolée, est bien plus fort que l'une ou l'autre de ces deux quantités. Afin d'obtenir la plus haute précision pour n, il faudra donc, autant que possible, se placer dans des conditions telles que dt exerce la plus faible influence. Ce but sera atteint lorsque l'on observera à une très grande distance du méridien. Dans ce cas, $\cos(\tau_1 - m)$ sera très faible, mais l'erreur de la déclinaison adoptée aura une influence plus considérable. Pour déterminer l'angle horaire dans lequel on doit observer les polaires, il faut chercher, d'après la méthode des moindres carrés, pour quelle valeur de τ_1 l'expression

$$\text{(I)}\qquad \varepsilon^2 = \cos^2(\tau_1 - m)(d\mathcal{R}^2 + dt^2)\cos^2\delta + (d\delta)^2 \sin^2(\tau_1 - m)$$

devient un minimum.

» En considérant $d\mathcal{R} \cos\delta$ et $d\delta$ comme des erreurs de même ordre et quel que soit le rapport existant entre dt et $d\mathcal{R}$, on voit facilement que l'exactitude s'accroît par l'augmentation de l'angle horaire, et qu'elle atteindra son maximum lorsque τ_1 sera égal à $\pm 6^h$. Nous avons raisonné dans l'hypothèse que dt est une valeur invariable, tandis que cette quantité augmente avec l'angle horaire. En effet, en désignant par df l'erreur du pointé effectué sur la polaire, on aura $dt = df\,\text{séc}\,\delta\,\text{séc}(\tau_1 - m)$; $df\,\text{séc}\,\delta$

représente l'erreur de t lors du passage de la polaire au méridien, figurant dans les équations précédentes. On voit donc qu'il faut remplacer $dt = df \operatorname{séc} \delta$ par $dt \operatorname{séc}(\tau_1 - m)$, et par conséquent

$$(\text{II}) \qquad \varepsilon = \sqrt{\cos^2(\tau_1 - m)\, d\mathcal{A}^2 \cos^2\delta + dt^2 \cos^2\delta + d\delta^2 \sin^2(\tau_1 - m)},$$

ou, en considérant $dA \cos\delta$ et $d\delta$ comme des erreurs de même ordre,

$$\varepsilon = \sqrt{d\mathcal{A}^2 \cos^2\delta + dt^2 \cos^2\delta} = \sqrt{dt^2 \cos^2\delta + d\delta^2}.$$

» Cette dernière formule indiquerait donc, en supposant df invariable, que l'erreur ε est indépendante de la distance par rapport au méridien. Quel que soit l'endroit du champ où l'on observe, il résulterait ainsi pour n la même précision. Mais en réalité df diminue dans une certaine mesure, lorsque l'on s'éloigne du plan instrumental. Cette quantité atteint sa plus faible valeur au moment de la plus grande digression, c'est-à-dire au moment où la direction du mouvement apparent de l'étoile coïncide avec la direction des fils horaires. La vérité se trouvera donc comprise entre les indications fournies par les formules I et II. On aura donc, en dehors du méridien, une exactitude au moins équivalente, sinon supérieure à celle qu'on obtiendra en exécutant l'observation au méridien.

» Dans les observatoires permanents, on considère les erreurs instrumentales comme restant les mêmes pendant un certain laps de temps, et l'on détermine la valeur des différentes constantes en s'appuyant sur un ensemble d'observations. Si l'on observe un jour la polaire quelques heures avant le méridien, un autre jour la polaire à peu près à la même distance, mais après le méridien, on éliminera complètement, dans la moyenne des valeurs de n, l'erreur dépendant de δ. En agissant ainsi, on aura une précision bien plus grande que celle fournie par la méthode ordinaire.

» Il résulte de cette recherche que le procédé aujourd'hui en usage est le moins exact et le plus difficile à réaliser. En suivant les règles que nous venons d'établir, soit qu'on observe seulement d'un côté, soit qu'on observe symétriquement des deux côtés du méridien, on atteindra toujours une précision supérieure, et l'on aura, en outre, des facilités de travail qui ne se rencontrent pas dans l'étude des étoiles ordinaires, puisqu'on pourra, comme avec un équatorial, observer les astres à tout instant.

» Il convient encore d'examiner si, en observant à une aussi grande distance du méridien, la valeur angulaire de f se trouve déterminée avec l'exactitude nécessaire. Deux cas se présentent : on estime les époques des passages aux fils horaires fixes ou l'on se sert du fil mobile pour pointer les polaires. Dans le premier cas, la distance équatoriale d'un fil éloigné se

détermine avec la même précision que celle des fils voisins au centre; il existe sous ce rapport identité absolue au point de vue de la précision.

» Lorsqu'on observe au contraire avec un fil mobile, le résultat peut être affecté d'une petite erreur provenant du tour de vis. Mais on évite complètement cette inexactitude en plaçant plusieurs fils sur le chariot mobile et symétriquement par rapport au méridien. Cette disposition existe d'ailleurs déjà dans beaucoup de lunettes, et les trois fils mobiles suffisent pour atteindre tout le degré de précision voulu. En tout état de chose, cette faible erreur accidentelle, qui s'élimine aussi bien par le retournement de la lunette que lorsqu'on observe des deux côtés du méridien, disparaît en présence de l'erreur accidentelle des observations et de l'erreur systématique dépendant des coordonnées adoptées de la polaire.

» Nous allons maintenant discuter la seconde opération, relative à la détermination des ascensions droites des polaires. Dans ce cas, on a

$$d\tau_1 = dA \operatorname{tang}\delta \operatorname{séc}(\tau_1 - m) + \operatorname{tang}(\tau_1 - m) \operatorname{séc}\delta$$

ou, en mettant $\operatorname{tang}\delta = \operatorname{séc}\delta$,

$$d\mathcal{A} \cos\delta = dt \cos\delta + \operatorname{séc}(\tau_1 - m) + \operatorname{tang}(\tau_1 - m)\, d\delta.$$

On voit que l'erreur de l'ascension droite se trouve augmentée, à mesure qu'on s'éloigne du méridien, par l'inexactitude commise dans la mesure des constantes n, c et δ. Au méridien, cette faible inexactitude sera $d(n+c)$, et, à une heure de distance, elle sera $d(n+c) \times 1{,}04 + 0{,}27\, d\delta$. Comme l'erreur d'observation dt est beaucoup plus grande que l'erreur provenant des constantes n et c, on reconnaît que l'on peut observer sans aucun inconvénient à une heure du méridien. En effet, l'erreur du résultat ne se trouve augmentée que de $0{,}04\, d(n+c) + 0{,}27\, d\delta$, inexactitude absolument négligeable. Si l'on veut dépasser cette limite, alors on devra observer alternativement des deux côtés du méridien; dans ce cas, l'erreur $d\delta$ provenant de la déclinaison adoptée s'élimine complètement.

» Il nous reste à examiner jusqu'à quelle limite il est permis de faire usage de la formule de réduction renfermant seulement le premier terme

$$\tau_1 = \tau + m + \frac{n \operatorname{tang}\delta + (c - x)\operatorname{séc}\delta}{\cos\tau};$$

le second terme $2\sin^2\frac{\tau_1 - \tau}{2}\,\frac{\sin\tau}{\sin 1''}$ sera négligeable lorsque cette quantité sera plus faible que $0'',05 \operatorname{séc}\delta$. Nous supposons maintenant une limite plus grande pour l'erreur, parce qu'il s'agit ici de la réduction d'observa-

tions individuelles. On a donc, en remplaçant $\sin\left(\frac{\tau_1 - \tau}{2} - m\right)$ par sa valeur,

$$\frac{(n+c)^2 \text{séc}^2\delta \sin\tau \sin 1''}{2\cos^2\tau} \overset{=}{<} 0{,}05 \text{ séc}\,\delta;$$

en substituant $\sin f \text{ séc}\,\delta = \sin\tau$, on aura $f \overset{=}{<} \frac{0{,}10 \cos^2\tau}{(n+c)^2 \text{séc}^2\delta \sin^2 1''}$, et, en adoptant pour $(n+c)^2 \text{ séc}^2\delta$ la valeur de deux minutes de temps et pour $\cos\tau$ l'unité, on trouvera $f \overset{=}{<} 10'$. Par conséquent, si l'on suppose pour l'erreur de réduction la valeur $0'',05 \text{ séc}\,\delta$, on pourra se contenter d'employer la formule contenant seulement le premier terme, tant que la correction instrumentale ne dépassera pas deux minutes de temps et qu'on n'observera pas à une distance angulaire équatoriale plus grande que 10′ d'arc.

» La Table suivante donne la somme des deux termes correctifs, c'est-à-dire, d'une manière rigoureuse, la différence $\tau_1 - (\tau + \tau_0)$. Elle est calculée de minute en minute de temps pour toutes les valeurs de l'angle horaire de 0^h à $1^h 20^m$ (le manque d'espace ne nous permettant pas de continuer la Table), et de minute en minute de temps pour les valeurs de l'argument $n \tang\delta + (c - x) \text{ séc}\,\delta = \tau_0 - m$, ou, dans une première approximation, $\mathcal{A} - t - \tau$. »

TABLE DONNANT LA VALEUR : $\tau_1 - (\tau + \tau_0)$.

Argument horizontal : $\tau_0 - m$.

Argument vertical τ.	1m.	2m.	3m.	4m.	5m.	6m.	7m.	8m.	9m.	10m.
h m	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
0. 0......	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
1......	0,00	0,91	0,01	0,02	0,03	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
2......	0,01	0,01	0,02	0,03	0,06	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
3......	0,01	0,02	0,04	0,05	0,09	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
4......	0,02	0,03	0,06	0,08	0,12	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
5......	0,02	0,05	0,08	0,11	0,16	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
6......	0,03	0,06	0,10	0,14	0,21	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7
7......	0,04	0,08	0,13	0,18	0,26	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8
8......	0,05	0,10	0,16	0,22	0,31	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0
9......	0,06	0,12	0,19	0,27	0,38	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1
0.10......	0,07	0,14	0,23	0,32	0,45	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2
11......	0,08	0,17	0,28	0,38	0,52	0,7	0,9	1,0	1,3	1,4
12......	0,09	0,19	0,32	0,44	0,60	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
13......	0,11	0,22	0,36	0,51	0,69	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9
14......	0,12	0,26	0,41	0,58	0,78	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1
15......	0,14	0,29	0,46	0,65	0,87	1,1	1,4	1,6	2,0	2,3
16......	0,16	0,33	0,52	0,73	0,98	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5

Argument horizontal : $\tau_0 - m$.

Argument vertical τ.	1m.	2m.	3m.	4m.	5m.	6m.	7m.	8m.	9m.	10m.
h m	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
0.17......	0,18	0,37	0,58	0,82	1,09	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7
18......	0,20	0,41	0,65	0,91	1,20	1,5	1,9	2,2	2,6	3,0
19......	0,22	0,45	0,72	1,01	1,32	1,7	2,0	2,4	2,9	3,3
0.20......	0,24	0,49	0,79	1,10	1,45	1,8	2,2	2,6	3,1	3,5
21......	0,27	0,54	0,86	1,21	1,58	2,0	2,4	2,8	3,4	3,8
22......	0,29	0,59	0,93	1,32	1,71	2,2	2,6	3,1	3,7	4,1
23......	0,32	0,65	1,02	1,43	1,86	2,3	2,8	3,3	3,9	4,4
24......	0,34	0,70	1,10	1,55	2,01	2,5	3,0	3,6	4,2	4,7
25......	0,37	0,76	1,19	1,67	2,16	2,7	3,3	3,8	4,5	5,0
26......	0,40	0,82	1,28	1,80	2,33	2,9	3,5	4,1	4,8	5,3
27......	0,43	0,88	1,37	1,93	2,50	3,1	3,7	4,4	5,2	5,7
28......	0,46	0,95	1,48	2,07	2,67	3,3	4,0	4,7	5,5	6,1
29......	0,49	1,02	1,59	2,21	2,85	3,5	4,3	5,0	5,8	6,5
0.30......	0,53	1,09	1,70	2,35	3,04	3,8	4,6	5,3	6,2	7,0
31......	0,57	1,17	1,82	2,50	3,23	4,0	4,8	5,6	6,5	7,4
32......	0,61	1,24	1,93	2,66	3,43	4,3	5,1	6,0	6,9	7,9
33......	0,65	1,32	2,05	2,81	3,63	4,5	5,4	6,3	7,3	8,3
34......	0,69	1,41	2,17	2,98	3,85	4,7	5,7	6,7	7,7	8,8
35......	0,73	1,49	2,30	3,15	4,06	5,0	6,0	7,0	8,1	9,3
36......	0,77	1,58	2,43	3,32	4,29	5,3	6,4	7,4	8,5	9,8
37......	0,82	1,67	2,57	3,50	4,52	5,6	6,7	7,8	8,9	10,2
38......	0,86	1,76	2,70	3,69	4,75	5,9	7,0	8,2	9,4	10,7
39......	0,91	1,85	2,84	3,88	4,99	6,1	7,3	8,6	9,9	11,2
0.40......	0,96	1,94	2,99	4,08	5,24	6,4	7,6	9,0	10,4	11,7
41......	1,01	2,04	3,14	4,28	5,49	6,7	8,0	9,4	10,8	12,2
42......	1,06	2,14	3,29	4,49	5,75	7,1	8,4	9,8	11,3	12,8
43......	1,11	2,24	3,44	4,70	6,02	7,4	8,8	10,2	11,7	13,3
44......	1,16	2,35	3,61	4,91	6,29	7,7	9,1	10,6	12,2	13,9
45......	1,21	2,46	3,78	5,13	6,57	8,1	9,6	11,1	12,8	14,5
46......	1,27	2,57	3,94	5,36	6,86	8,4	10,0	11,6	13,3	15,1
47......	1,32	2,68	4,11	5,59	7,15	8,8	10,4	12,1	13,9	15,7
48......	1,37	2,79	4,28	5,83	7,44	9,1	10,8	12,6	14,4	16,3
49......	1,43	2,91	4,46	6,07	7,75	9,5	11,3	13,1	15,0	17,0
0.50......	1,49	3,03	4,64	6,31	8,06	9,9	11,7	13,6	15,6	17,7
51......	1,55	3,15	4,83	6,56	8,37	10,2	12,1	14,1	16,2	18,3
52......	1,61	3,28	5,01	6,82	8,70	10,6	12,6	14,6	16,8	19,0
53......	1,67	3,40	5,20	7,08	9,03	11,0	13,0	15,1	17,4	19,7
54......	1,74	3,53	5,40	7,35	9,37	11,4	13,5	15,7	18,0	20,4
55......	1,80	3,67	5,61	7,62	9,72	11,9	14,1	16,3	18,7	21,1
56......	1,87	3,81	5,82	7,90	10,08	12,3	14,6	16,9	19,4	21,9
57......	1,94	3,95	6,03	8,18	10,43	12,7	15,1	17,5	20,1	22,7
58......	2,01	4,09	6,24	8,47	10,79	13,2	15,6	18,1	20,7	23,4
59......	2,08	4,23	6,46	8,77	11,16	13,6	16,1	18,7	21,4	24,2

Argument horizontal : $\tau_0 - m$.

Argument vertical τ.	1m.	2m.	3m.	4m.	5m.	6m.	7m.	8m.	9m.	10m.
h m	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
1. 0......	2,15	4,38	6,68	9,07	11,54	14,1	16,7	19,3	22,1	25,0
1......	2,22	4,53	6,90	9,37	11,93	14,5	17,2	20,0	22,9	25,8
2......	2,30	4,68	7,13	9,69	12,32	15,0	17,8	20,6	23,6	26,6
3......	2,37	4,84	7,37	10,00	12,72	15,5	18,4	21,3	24,4	27,5
4......	2,45	4,99	7,61	10,33	13,13	16,0	19,0	22,0	25,2	28,4
5......	2,53	5,15	7,85	10,66	13,54	16,5	19,6	22,7	25,9	29,2
6......	2,61	5,31	8,10	10,99	13,96	17,0	20,2	23,4	26,7	30,1
7......	2,70	5,48	8,36	11,33	14,39	17,5	20,8	24,1	27,5	30,9
8......	2,78	5,65	8,62	11,68	14,82	18,0	21,4	24,8	28,3	31,8
9......	2,87	5,83	8,89	12,03	15,25	18,6	22,0	25,5	29,1	32,8
1.10......	2,96	6,01	9,15	12,38	15,70	19,1	22,7	26,3	30,0	33,8
11......	3,05	6,18	9,41	12,75	16,15	19,6	23,3	27,1	30,9	34,7
12......	3,14	6,36	9,68	13,11	16,61	20,2	24,0	27,8	31,7	35,7
13......	3,23	6,55	9,97	13,49	17,07	20,8	24,7	28,6	32,6	36,7
14......	3,32	6,74	10,25	13,87	17,54	21,3	25,3	29,4	33,5	37,7
15......	3,42	6,93	10,54	14,25	18,02	21,9	26,0	30,2	34,4	38,7
16......	3,51	7,12	10,83	14,65	18,50	22,5	26,7	31,0	35,3	39,7
17......	3,61	7,32	11,13	15,05	19,03	23,2	27,5	31,8	36,2	40,7
18......	3,71	7,52	11,43	15,45	19,56	23,8	28,2	32,6	37,2	41,8
19......	3,81	7,72	11,74	15,86	20,10	24,4	28,9	33,4	38,1	42,9
1.20......	3,91	7,92	12,05	16,28	20,61	25,0	29,6	34,3	39,1	44,0

THERMOCHIMIE. — *Substitutions bromées des phénols polyatomiques;* par MM. **Berthelot** et **Werner**.

« Nous avons poursuivi l'étude des substitutions bromées dans la série aromatique, et nous avons étendu aux phénols polyatomiques les mesures et l'application des méthodes définies par nos recherches sur le phénol normal (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, 1884). Nous allons exposer d'abord nos expériences sur la résorcine et l'orcine, phénols diatomiques, qui fournissent chacun un dérivé tribromé, susceptible d'être employé pour leur dosage analytique.

Résorcine, $C^{12}H^6O^4$, fusible à 110°.

$$C^{12}H^6O^4(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + 3Br^2(25^{\text{gr}} = 1^{\text{lit}}) = 3HBr \text{ dissous}$$
$$+ C^{12}H^3Br^3O^4 \text{ précipité, à } 13^\circ. \text{ Chaleur dégagée......} \quad + 63^{\text{Cal}},16$$

Ce chiffre devrait être porté vers 63,4, si l'on tenait compte d'une petite fraction (un septième) de tribromorésorcine demeurée dissoute; mais cette correction n'est pas très sûre : peut-être vaut-il mieux la négliger.

» On a contrôlé ces résultats : 1° en titrant dans la liqueur l'acide brom-

hydrique libre [à l'aide de l'hélianthine A (Joly)]; ce qui a fourni $3^{gr},860$ au lieu de $3^{gr},869$ calculé;

» 2° En dosant le brome dans le précipité (par la chaux, au rouge); ce qui a fourni 69,22 centièmes de brome : théorie, 69,16;

» 3° Le poids même de tribromorésorcine, recueillie sur un filtre taré et corrigée de la solubilité, a été trouvé : $5^{gr},55$; calculé : $5^{gr},53$.

» *Tribromorésorcine*, $C^{12}H^3Br^3O^4$.

» La tribromorésorcine dissoute ne modifie pas la limite de neutralisation des alcalis, accusée par l'hélianthine A (Joly); elle ne s'oppose donc pas au titrage de l'acide bromhydrique. Au contraire, elle peut être titrée comme monobasique en présence de la phtaléine du phénol : ce qui permet d'en mesurer la solubilité. En présence du tournesol, le virage n'est pas net et se fait entre $1^{éq}$ et $2^{éq}$.

» La tribromorésorcine solide se dissout dans la soude étendue [$3^{gr},30$ dans 600^{cc} de soude ($1^{éq} = 12^{lit}$)] en dégageant ainsi, avec un grand excès d'alcali, $+18^{Cal},11$. Avec la tribromorésorcine dissoute ($0^{gr},5678$ dans 500^{cc}), on a obtenu $+20^{Cal},83$; mais ce dernier chiffre ne peut guère être garanti à plus d'un dixième près, à cause de la très petite variation thermométrique qu'on observe avec des liqueurs si diluées. On en déduirait pour la dissolution : $-2^{Cal},2$, sous toute réserve.

» *Orcine*, $C^{14}H^8O^4$, fusible à 58°.

$$C^{14}H^8O^4\,(1^{éq}=5^{lit}) + 3\,Br^2\,(25^{gr}=1^{lit})$$
$$= 3\,HBr \text{ dissous} + C^{14}H^5Br^3O^4 \text{ précipité, vers } 13^{\circ} \ldots\ldots \quad +61^{Cal},90$$

» On a négligé la partie de tribromorcine restée dissoute, laquelle forme $\frac{1}{24}$ seulement du poids total.

» L'analyse de la tribromorcine précipitée dans l'expérience a donné 66,40 centièmes de brome; théorie : 66,48.

» L'acide bromhydrique titré dans la liqueur : $4^{gr},10$; théorie : 4,11.

» La tribromorcine dissoute ne modifie pas notablement la limite de neutralisation des alcalis, ni avec l'hélianthine A, ni avec la phtaléine du phénol, ni avec le tournesol.

» En somme, la substitution de $3^{éq}$ de brome a dégagé, le phénol et le brome étant dissous à l'avance :

	Cal
Phénol normal	+68,45
Résorcine	+63,16
Orcine	+61,90

» Ces quantités sont voisines, surtout les deux dernières, quoique non identiques, le phénol normal donnant le plus de chaleur.

» Venons aux phénols triatomiques.

» *Phloroglucine*, $C^{12}H^6O^6$:

$C^{12}H^6O^6$ ($1^{éq} = 15^{lit}$) + $3Br^2$ ($25^{gr} = 1^{lit}$)
= $3HBr$ dissous + $C^{12}H^3Br^3O^6$ précipité, vers 13°.... + $61^{Cal},82$

» On a négligé la dissolution d'une petite quantité du dérivé.

» Comme contrôle, on a dosé, par l'azotate d'argent, l'acide bromhydrique dissous dans la liqueur. On a trouvé $4^{gr},145$; théorie, 4,151.

» Le nombre thermique observé est plus faible qu'avec la résorcine, laquelle est déjà surpassée par le phénol; il semble donc que la chaleur dégagée diminue en raison inverse du degré de l'atomicité des phénols, tout en conservant des valeurs voisines dans les trois cas.

» *Pyrogallol*, $C^{12}H^6O^6$:

$C^{12}H^6O^6$ ($1^{éq} = 12^{lit}$) + Br^2 ($25^{gr} = 1^{lit}$) a dégagé, à 12°,7 .... + $22^{Cal},42$

» Le brome est absorbé instantanément. Tout demeure dissous. La liqueur exposée à l'air se colore de plus en plus.

$C^{12}H^6O^6$ ($1^{éq} = 12^{lit}$) + $2Br^2$ ($15^{gr} = 1^{lit}$) a dégagé, à 12°,9 .... + $43^{Cal},81$

» Mêmes observations.

$C^{12}H^6O^6$ ($1^{éq} = 12^{lit}$) + $3Br^2$ ($25^{gr} = 1^{lit}$) a dégagé, à 13°,4 .... + $61^{Cal},17$

» Le brome ne disparaît qu'après six minutes; la liqueur décolorée aux premiers moments se recolore à l'air. Tout demeure dissous.

» Ces chiffres donnent un résultat final analogue aux autres phénols et un dégagement de chaleur à peu près proportionnel à la dose de brome employé. Mais la nature des produits n'est pas définie avec certitude, tout demeurant dissous. Aussi les donnons-nous seulement comme une première indication, sur laquelle nous nous proposons de revenir. La même observation s'applique aux expériences suivantes, exécutées sur les deux phénols diatomiques isomères de la résorcine.

Pyrocatéchine, $C^{12}H^6O^4$:

$C^{12}H^6O^4$ ($1^{éq} = 12^{lit}$) + Br^2 ($25^{gr} = 1^{lit}$), à 13°........ + 14,79
+ $2Br^2$........................ + 31,69
+ $3Br^2$........................ + 43,60

» Avec Br^2 l'action est immédiate. Avec Br^4 la disparition du brome a exigé vingt-deux minutes; avec Br^6, cinquante minutes. Le liquide noircit ensuite, en absorbant l'oxygène de l'air. En raison de ces circonstances, les chiffres ci-dessus ne peuvent être regardés que comme approximatifs.

» En tout cas, ils établissent une différence profonde entre les trois oxyphénols isomères. En effet, la chaleur dégagée est progressive avec la pyrocatéchine, comme avec la résorcine et le pyrogallol; mais la chaleur dégagée par une même dose de brome n'est guère que les deux tiers des autres avec la pyrocatéchine. L'hydroquinon se comporte d'une façon plus différente encore.

» *Hydroquinon*, $C^{12}H^6O^4$:

			o	Cal
$C^{12}H^6O^4$ ($1^{éq} = 12^{lit}$)	$+ Br^2$ ($25^{gr} = 1^{lit}$),	à	12,0.......	+ 12,21
	$+ 2Br^2$	»	10,5.......	+ 13,60
	$+ 3Br^2$	»	10,5.......	+ 14,21
	$+ 4Br^2$	»	10,5.......	+ 14,59

» On a encore trouvé avec

$(C^{12}H^6O^4 + 2NaO)$ dissous $+ 3Br^2$ dissous, à 11°........ +25,56

ce qui donnerait, pour la réaction, indépendamment de l'alcali,

$$+25,6 + 14,4 - 27,6 = +12,4;$$

valeur peu éloignée des précédentes.

» Avec Br^2, le brome disparaît aussitôt, l'odeur du quinon apparaît; puis, après quelques minutes, il se précipite du quinon vert, indice d'une réaction complexe. Avec Br^4, Br^6, Br^8, il reste d'abord du brome libre, et il ne se forme pas de précipité immédiat. Mais, au bout de quelques jours, apparaît un précipité jaune et cristallin, formé par un produit bromé.

» Ces résultats montrent que l'hydroquinon se comporte tout autrement que ses isomères, la résorcine et la pyrocatéchine, et qu'il ne fournit pas, du moins immédiatement, le produit tribromé. La réaction, quoique évidemment complexe, semble répondre dans tous les cas, et quelle que soit la quantité de brome, à un phénomène fondamental prépondérant; il s'agit sans doute de la séparation de deux équivalents d'hydrogène, avec production du quinon,

$$C^{12}H^6O^4 + Br^2 = C^{12}H^4O^4 + 2HBr \text{ dissous.}$$

» Ce phénomène répondrait dès lors (tout dissous) à un dégagement voisin de $+14^{Cal}$; d'où résulterait, par la combinaison de l'hydrogène et du quinon, soit dans l'état dissous, soit dans l'état solide (les chaleurs de dissolution des deux composés étant à peu près les mêmes),

$$C^{12}H^4O^4 + H^2 = C^{12}H^6O^4 \ldots\ldots\ldots\ldots + 43^{Cal} \text{ environ.}$$

» Nous signalons ce chiffre sans y insister pour le moment, la réaction demandant une étude plus complète. Disons seulement qu'il serait supérieur à la chaleur de combinaison de l'aldéhyde avec l'hydrogène pour former l'alcool, les deux corps liquides, soit $+28^{Cal}$.

» Les réactions de la série de l'hydroquinon offrent une riche moisson aux expériences thermochimiques : mais chacune d'elles réclame un examen spécial et approfondi. Nous en poursuivons l'examen. Dès à présent, les résultats qui viennent d'être exposés manifestent la diversité de réactions et d'affinités des divers oxyphénols isomères. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action décomposante exercée par le chlorure d'aluminium sur certains hydrocarbures.* Note de MM. **C. Friedel** et **J.-M. Crafts.**

« Après avoir étudié les réactions synthétiques que l'on peut réaliser, dans la série aromatique, à l'aide du chlorure d'aluminium, nous avons entrepris, depuis assez longtemps déjà, l'étude des décompositions que provoque le même agent lorsqu'il est chauffé avec les hydrocarbures : nous avions, en effet, dès l'origine de notre travail sur le chlorure d'aluminium, remarqué et signalé des faits de cet ordre.

» Nous avons obtenu un certain nombre de résultats intéressants, dont quelques-uns ont été annoncés à la Société chimique et donnés en extrait dans ses procès-verbaux; mais nous avions voulu attendre, pour les communiquer à l'Académie, d'avoir pu les compléter et d'être arrivés par l'étude d'un plus grand nombre de cas à des règles générales. Malgré nos publications préalables, plusieurs chimistes étrangers, MM. Anschütz et Immendorff (1), d'une part, M. Jacobsen (2), de l'autre, sont entrés dans notre champ de travail et nous obligent à devancer ce moment, en faisant connaître, dès maintenant, le résumé de nos recherches dans leur état actuel.

---

(1) *Berichte der deutschen Chem. Gesellsch.*, t. XVII, p. 2816.
(2) *Ibid.*, t. XVIII, p. 338.

Nous allons passer en revue les divers hydrocarbures sur lesquels nous avons opéré, et nous chercherons, en terminant, à tirer quelques conclusions générales des faits énumérés.

» *Triphénylméthane.* — Le triphénylméthane, étant chauffé pendant dix minutes environ à 120° avec le tiers de son poids de chlorure d'aluminium, est presque entièrement décomposé. Le seul produit que l'on puisse isoler par distillation avec la vapeur d'eau est la benzine, sans proportion appréciable de toluène. Le résidu est un hydrocarbure ayant l'aspect de l'asphalte qui se détruit à la distillation.

» Si, au lieu d'opérer ainsi, on chauffe le triphénylméthane, pendant environ dix heures, à une température inférieure à celle de l'ébullition de la benzine, avec sept ou huit fois son poids de benzine et avec son poids de chlorure d'aluminium, on obtient du diphénylméthane facile à isoler par distillation. Le poids du corps isolé dépasse un tiers de celui du triphénylméthane employé, quoiqu'une partie de celui-ci se retrouve dans les résidus.

» *Diphényle.* — Le diphényle, chauffé avec le chlorure d'aluminium, donne de la benzine et des produits noirs résineux, que l'on retrouve dans la plupart des réactions analogues.

» *Hexaméthylbenzine et durol.* — L'hexaméthylbenzine est attaquée facilement par le chlorure d'aluminium, à une douce température; lorsqu'on emploie un dixième de chlorure d'aluminium, il se produit un dégagement régulier d'un gaz non chloré, plus carburé que le méthane et l'éthane, non absorbable par le brome. Après traitement par l'eau, on peut, par des distillations fractionnées, isoler de la pentaméthylbenzine, du durol et des carbures moins méthylés. Le durol, traité de même, donne des hydrocarbures liquides, triméthylbenzines et xylènes.

» M. Jacobsen, en opérant de 190°-200°, avec 1 partie de chlorure d'aluminium pour 2 d'hexaméthylbenzine, a observé le dégagement de chlorure de méthyle et la distillation de pentaméthylbenzine, de durol et d'isodurol. Ces faits, sauf le dégagement de chlorure de méthyle, ont été signalés par nous depuis longtemps. La différence tient évidemment à la proportion de chlorure d'aluminium employée.

» Quoi qu'il en soit, dans ce cas, comme dans les précédents, le chlorure d'aluminium agit en détachant des groupes phényle ou méthyle et en les remplaçant par de l'hydrogène, ce qui constitue une réaction précisément inverse de celle qui a permis de faire la synthèse de ces composés.

» *Naphtaline.* — La naphtaline, distillée avec un quart de son poids de

chlorure d'aluminium, fournit un mélange d'hydrocarbures liquides renfermant encore de la naphtaline, à moins qu'on ne les distille à plusieurs reprises sur le même réactif. Les produits de la réaction sont la benzine et un mélange d'hydrures de naphtaline, difficiles à séparer, dont l'un est insoluble dans l'acide sulfurique et ne s'oxyde pas à l'air, tandis que les autres donnent aisément des acides sulfoconjugués qui s'altèrent rapidement à l'air, ainsi que les carbures dont ils dérivent.

» Les produits sont tout à fait différents lorsqu'on opère à une température moins élevée, soit avec addition de benzine et alors au point d'ébullition du mélange, soit sans addition, en maintenant pendant quelques heures la température entre 100 et 160°. On obtient alors en proportion très notable de l'isodinaphtyle et des carbures liquides mélangés avec celui-ci, bouillant vers la même température et renfermant une plus forte proportion d'hydrogène. Ils paraissent être des hydrures de dinaphtyle. Lorsqu'on chauffe le dinaphtyle avec le chlorure d'aluminium, on n'obtient pas de carbures volatils. Avec les carbures liquides, au contraire, on peut recueillir une petite quantité de carbures ayant les caractères des hydrures de naphtaline.

» *Benzine*. — La benzine est très peu attaquée par le chlorure d'aluminium à la température de son ébullition; mais, si on la chauffe pendant quarante-huit heures avec le quart de son poids du réactif en vase clos, à 180 ou 200°, on remarque qu'elle a subi une transformation partielle qui atteint à peu près le tiers de la quantité employée. Il ne se dégage aucun gaz lorsqu'on ouvre l'appareil. Après traitement par l'eau, on soumet le produit à des distillations fractionnées et l'on finit par isoler comme produits principaux : du toluène bouillant vers 110°, facile à caractériser par sa transformation en chlorure de benzyle; de l'éthylbenzine bouillant à 135°, et que l'on transforme aisément, par l'action du brome à chaud, en bromure de styrolène fusible à 69°,5; enfin du diphényle bouillant à 254°, fondant à 70°.

» Il n'est pas nécessaire d'ajouter que la benzine employée était pure et cristallisable.

» Il y a donc eu dislocation d'un certain nombre de molécules de benzine avec formation de groupes méthyle et éthyle qui se sont fixés sur une autre portion de la benzine pour former le toluène et l'éthylbenzine; en même temps une partie de la benzine a perdu de l'hydrogène pour donner le diphényle. Il y a eu hydrogénation d'une part, déshydrogénation de l'autre.

» *Toluène.* — Le toluène chauffé vers 200°, dans les mêmes conditions que la benzine, fournit des résultats analogues. La distillation fractionnée permet de séparer du toluène non altéré du xylène, un hydrocarbure bouillant vers 160°, qui est un éthyltoluène, et des composés bouillant plus haut, parmi lesquels nous n'avons pas réussi à isoler le ditolyle. Un carbure bouillant vers 280°, c'est-à-dire vers le point d'ébullition de ce corps, et qui d'ailleurs n'était pas très abondant, a donné à l'analyse une quantité d'hydrogène supérieure à celle correspondant à la formule du ditolyle. Peut-être a-t-on affaire à un hydrure de ce composé.

» Le xylène a été oxydé par le mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique et a donné un acide insoluble dans l'eau, dont le sel d'argent a laissé à la calcination la proportion d'argent exigée par la formule d'un phtalate. Le carbure renferme donc du paraxylène. L'éthyltoluène a été oxydé de même et a donné un mélange d'acides dont l'un est insoluble dans l'eau bouillante, l'autre peu soluble. Le premier se sublime sans fondre, le deuxième fond à une température de 320° environ; tous deux se subliment ensuite. Ils présentent les caractères des acides téréphtalique et isophtalique.

» Tous les faits précédents avaient été déjà publiés et ceux relatifs au toluène annoncés, il y a plus de six mois, à la Société chimique, quand MM. Anschütz et Immendorff ont annoncé que, en chauffant le toluène à l'ébullition avec le chlorure d'aluminium, ils avaient observé la formation de benzine et de xylène; que de même le métaxylène leur avait donné de la benzine, du toluène, du mésitylène et du pseudocumène, et l'éthylbenzine, de la benzine et de la diéthylbenzine.

» Depuis la publication de la Note de MM. Anschütz et Immendorff, nous avons fait également chauffer le toluène à l'ébullition, dans un appareil à reflux, avec 20 pour 100 de chlorure d'aluminium, pendant des périodes de cinq heures et de quarante-huit heures. Cette différence de durée n'a pas semblé influer d'une manière bien sensible sur les résultats de l'expérience.

» Pour voir si une partie des produits formés ne pouvait pas être due à la présence d'impuretés dans le toluène employé, bien que celui-ci bouillît à 110° et présentât les caractères de la pureté, on a traité une deuxième fois la portion échappée à une première réaction et séparée par des distillations fractionnées, répétées plusieurs fois. Elle bouillait de 110°-112° et a donné les mêmes résultats que le produit primitif.

» Après des distillations ayant permis de constater l'identité des résul-

tats, on a réuni les produits de ces diverses opérations et on les a fractionnés ensemble. Ils correspondaient à 1kg de toluène. On a isolé 28gr de xylène à peu près pur (du paraxylène en grande partie); le produit total, pouvant renfermer les dérivés méthylés de la benzine et bouillant de 120° à 270°, montait en tout à 85gr. Nous nous occupons à examiner si ce mélange renferme réellement des méthylbenzines ou d'autres hydrocarbures.

» De 270° à 450°, on a séparé encore 58gr, dont les parties bouillant de 360° à 410° laissent déposer des cristaux, ayant les caractères des anthracènes et des méthylanthracènes, ce qui montre bien que la réaction ne consiste pas dans une simple migration des groupes méthyliques.

» On a séparé une très petite quantité de benzine (moins de 10gr bouillant au-dessous de 90°), qui ne paraît pas correspondre non plus à cette supposition. Il est vrai qu'une portion de la benzine pourrait s'être volatilisée pendant l'opération; mais il ne nous semble pas qu'elle puisse être bien considérable. Nous nous proposons d'ailleurs de répéter l'expérience en vase clos pour éviter cette perte et surtout pour empêcher l'accès de l'air, qui peut avoir une certaine influence sur les résultats. En effet, nous avons pu isoler dans nos produits une certaine quantité d'un phénol, conformément à une réaction que nous avons indiquée il y a longtemps et qui paraît avoir échappé à M. Jacobsen; celui-ci s'étonne en effet d'avoir observé dans une de ses expériences une absorption de l'air contenu dans son appareil.

» La quantité de phénol isolée ne correspond d'ailleurs pas à l'action totale de l'air, car celui-ci donne toujours lieu à la formation d'une quantité notable de produits de condensation.

» Nous ferons remarquer que les conditions dans lesquelles se sont placés MM. Anschütz et Immendorff et M. Jacobsen sont précisément celles que nous avons cherché à éviter dans les réactions synthétiques.

» L'étude des décompositions par le chlorure d'aluminium nous a paru surtout intéressante au point de vue de la vérification qu'elle pouvait peut-être fournir de la théorie que nous avons donnée de l'action du chlorure d'aluminium.

» On se rappelle que nous avons admis qu'il se forme en petite quantité un composé organométallique, renfermant, par exemple, les résidus d'une molécule de benzine et d'une molécule de chlorure d'aluminium, ayant perdu, l'une un atome d'hydrogène, l'autre un atome de chlore

$$C^6H^6 + Al^2Cl^6 = C^6H^5, Al^2Cl^5 + HCl.$$

» On comprend aisément l'action sur ce corps organométallique des chlorures organiques, de l'oxygène, du soufre, des radicaux acides, qui toutes trouvent leurs analogues dans les réactions correspondantes du zinc-éthyle, par exemple.

» Il nous semble que les réactions des décompositions que nous venons de décrire peuvent, elles aussi, s'expliquer de même. Le chlorure d'aluminium donnant avec la benzine le composé C^6H^5, Al^2Cl^5, on comprend facilement que celui-ci se décompose par la chaleur en diphényle et en un sous-chlorure d'aluminium, qui, rencontrant immédiatement de l'acide chlorhydrique, régénère du chlorure d'aluminium et de l'hydrogène. Nous avons là l'explication des actions réductrices que nous avons signalées, et ces actions sont si énergiques que, comme celle observée par M. Berthelot sur la benzine décomposée par lui en hydrure de propyle au moyen de l'acide iodhydrique, elle provoque la rupture de la chaîne benzénique avec formation de méthyle et d'éthyle.

» La formation du dinaphtyle s'explique comme celle du diphényle.

» Quant à la séparation des groupes phényle et méthyle, elle se comprend d'une manière analogue par la formation d'un composé organométallique, accompagnée de celle de chlorure de méthyle ou d'un chlorure analogue de la série grasse, qui réagirait à son tour sur les carbures aromatiques en présence

$$C^6H^5, CH^3 + Al^2Cl^6 = C^6H^5, Al^2Cl^5 + CH^3Cl.$$

» Le chlorure de méthyle ne paraît pas dans la plupart des réactions, soit parce qu'il réagit sur les carbures aromatiques, soit parce qu'il subit d'autres transformations, mais on comprend que son dégagement puisse être favorisé par le passage d'un courant d'acide chlorhydrique, comme l'a fait voir M. Jacobsen.

» Quelle que soit la valeur de ces idées, qui ont au moins l'avantage de ramener à une même cause les réactions de synthèse et d'analyse des carbures dues au chlorure d'aluminium, les faits se résument en une hydrogénation d'une partie du produit, accompagnée d'une déshydrogénation de l'autre partie, le chlorure d'aluminium se retrouvant tel quel en presque totalité à la fin de l'opération.

» La complication très grande des faits observés et des produits obtenus, même en nous plaçant dans les conditions les plus simples, nous a empêchés de donner à ce travail le degré de fini que nous aurions désiré. Nous nous occupons de le compléter pour les hydrocarbures, sur lesquels nous

avons déjà opéré, et d'ajouter à ceux-ci un certain nombre d'autres, en particulier parmi ceux de la série grasse. »

PALÉONTOLOGIE. — *La nouvelle galerie de Paléontologie dans le Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. A. GAUDRY.

« Sur la demande de notre éminent Confrère M. Fremy, qui dirige avec tant de dévouement le Muséum d'Histoire naturelle, on vient d'établir, dans la cour de la Baleine, une galerie provisoire, pour placer les grands squelettes des animaux fossiles. Malgré la simplicité du local, le rassemblement de ces spécimens du vieux monde est pour notre pays une nouveauté qui me semble digne d'intéresser les naturalistes et les philosophes ; c'est pourquoi je crois devoir en dire quelques mots à l'Académie.

» Le premier squelette qui se présente en entrant dans la galerie de Paléontologie est celui du *Megatherium Cuvieri*. Il est étrange avec ses jugaux descendants, ses dents prismatiques, ses doigts crochus, son train de derrière massif. Sir Richard Owen a émis l'opinion que cet Édenté, étant trop gigantesque pour monter dans les arbres, détachait leurs racines avec ses énormes griffes, puis que, s'appuyant sur ses membres de derrière et sa queue, il embrassait leur tronc avec ses membres de devant, et le renversait à terre pour dévorer les fruits et les feuillages. Je pense que la vue de notre squelette de *Megatherium*, très habilement monté par feu le Dr Sénéchal, confirme la supposition de l'illustre Associé de l'Académie des Sciences.

» De chaque côté du *Megatherium*, nous avons placé des squelettes de Glyptodons, qui ont été, comme lui, trouvés par Seguin dans les pampas de la Confédération Argentine. L'un d'eux est monté sans carapace, de manière à laisser voir les singulières dispositions de ses os. L'autre est recouvert de sa carapace. On croit avoir trouvé la preuve que les hommes primitifs, ne rencontrant pas dans les pampas des grottes où ils pussent se réfugier, se sont servis des carapaces des Glyptodons pour se former des abris.

» Derrière le *Megatherium*, se dresse le squelette de l'*Elephas meridionalis*, découvert dans le pliocène de Durfort (Gard) par MM. Cazalis de Fondouce et Ollier de Marichard. Il surpasse les squelettes des plus grands Mammouths et des Mastodontes. Il a été trouvé en place tout entier; ses os, très friables, risquaient de tomber en poussière, mais le mouleur du

Muséum, M. Stahl, les a enduits de blanc de baleine, au fur et à mesure qu'on les extrayait, et ainsi on a pu les amener à Paris. Le squelette a été monté sous la direction de notre regretté Confrère, Paul Gervais; jusqu'à présent, il était dans un laboratoire de la rue de Buffon, où le public ne pouvait pas le voir. L'*Elephas meridionalis* diffère du Mammouth, non seulement par sa plus grande taille, mais aussi par son menton plus saillant, ses défenses moins courbées, ses molaires à lames plus larges, plus éloignées, couvertes d'un émail plus épais. Il est vraisemblable qu'il a vécu dans un climat chaud et qu'il n'avait pas une épaisse fourrure, comme le Mammouth des temps quaternaires.

» Au fond de la galerie, derrière l'*Elephas meridionalis*, nous avons mis le squelette du *Mastodon angustidens*, qui a été restauré avec les os trouvés dans le miocène moyen de Simorre (Gers) par Lartet et Laurillard. Il semble petit auprès de l'*Elephas meridionalis*. Il est moins grand que les squelettes du *Mastodon ohioticus* des musées américains et du British Museum; mais il est d'un vif intérêt, parce qu'il est d'une date géologique bien plus ancienne et qu'il présente le type mastodonte par excellence. Il diffère plus des Éléphants que le *Mastodon ohioticus* : sa tête et l'ensemble de son corps sont moins hauts et plus allongés proportionnément, les molaires sont plus mamelonnées, la mâchoire inférieure porte des défenses.

» D'un côté de l'Éléphant de Durfort, le squelette du *Cervus megaceros* mâle se présente avec ses bois immenses; de l'autre côté, en face, il y a celui de sa Biche, qui est un peu moins grande et est dépourvue de bois. Ces squelettes proviennent des terrains quaternaires d'Irlande. Il est vraisemblable que les *Cervus megaceros* ont vécu dans l'âge interglaciaire, et qu'ils ont, comme aujourd'hui l'Élan, habité les campagnes où la végétation forestière avait encore pris peu de développement.

» A côté du *Cervus megaceros*, on remarquera deux Tortues de terre, que M. Grandidier a rapportées de Madagascar; nous avons pu en assembler les débris de manière à rétablir leur forme. Elles surpassent de beaucoup la *Testudo elephantina*, qui est la plus grande Tortue terrestre actuellement vivante.

» Nous avons disposé sur deux tables des restaurations de Reptiles : l'un de ces Reptiles est le *Pelagosaurus typus* du lias de Curcy, qui a été reconstruit par M. Eugène Deslongchamps et que l'on a pu admirer au Champ-de-Mars, lors de l'Exposition universelle de 1878; l'autre est le *Crocodilus Ratelii* (Diplocynodon), dont j'ai parlé, il y a quelque temps, à l'Académie. Le squelette a été monté avec des os que notre Confrère,

M. Alphonse Milne-Edwards, a recueillis, lors de ses belles recherches à Saint-Gérand-le-Puy. M. Fischer a agencé ensemble, non seulement les os de l'endosquelette, mais aussi une partie des écailles, de sorte que cette pièce est une vraie curiosité paléontologique.

» Un des plus importants échantillons de notre nouvelle galerie est un immense bloc de pierre dans lequel le squelette presque entier d'un *Palæotherium magnum* s'est conservé. Ce bloc a été découvert par M. Gaston Vasseur dans un couloir souterrain d'une carrière de plâtre, à Vitry-sur-Seine; il a été donné par M. Fuchs, ingénieur civil, propriétaire de la carrière d'où il a été tiré. Le squelette du *Palæotheriun magnum* de Vitry offre une preuve du génie de Cuvier, car il ressemble beaucoup à la restauration du squelette que ce naturaliste a dessiné en n'ayant à sa disposition que des os isolés; à ce titre, il est particulièrement précieux pour les savants français.

» Je pourrais citer encore : un squelette entier d'*Ursus spelœus* de la grotte de l'Herm (Ariège), qui a été monté et donné par feu M. Filhol, directeur du musée de Toulouse; quatre squelettes des grands Oiseaux fossiles de la Nouvelle-Zélande; un squelette d'*Ichthyosaurus*, dans le ventre duquel on voit un petit qui occupe la position habituelle chez les Vivipares, le museau près de l'anus et la queue placée en avant; une magnifique pièce d'un *Mystriosaurus* du lias du Wurtemberg, qui provient de la collection du baron de Ponsort et a été donnée, en 1854, au Muséum par l'Académie des Sciences; une plaque d'Aix, en Provence, sur laquelle on peut compter près d'un millier de petits Poissons bien conservés, avec leurs yeux qui se détachent en noir; des os du *Dinotherium* de Pikermi, encore plus grands que ceux de l'Éléphant de Durfort; plusieurs autres pièces de Proboscidiens, de Pachydermes, de Ruminants, etc.

» Assurément, la nouvelle galerie de Paléontologie dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie est bien insuffisante. Il faudrait avoir un musée où l'on classerait les êtres époque par époque, et où l'on pourrait suivre la magnifique histoire du développement de la vie, depuis le moment où nous en trouvons les premières traces jusqu'au temps marqué par la venue des hommes. Nous devons espérer qu'un jour la France, où Cuvier a fondé la science des fossiles, aura un musée de Paléontologie digne d'elle. En attendant, la nouvelle salle qui vient d'être construite rend déjà un service, car elle donne quelque idée de la majesté de la vieille nature. Je serai très heureux que mes Confrères de l'Académie et tous les Savants qui s'intéressent à la Paléontologie viennent au Muséum faire une visite aux

créatures fossiles que mes excellents collaborateurs MM. Fischer, Morlet, et moi avons disposées le mieux qu'il nous a été possible. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination de l'ohm par la méthode de l'amortissement.* Note de M. **Mascart**.

« Dans ma Communication du 9 février, j'ai montré d'abord que la correction relative au coefficient de self-induction est moitié moindre que celle qu'on fait habituellement. J'ai reconnu depuis que M. E. Dorn avait publié l'année dernière une démonstration de ce même résultat dans les *Annalen der Physik und Chemie* de M. Wiedemann. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (245), découverte par M. Borrelly à l'observatoire de Marseille.* Note de M. **Stephan**.

Dates. 1885.	Étoiles de compar.	Temps moyen de Marseille.	(245) Ascension droite apparente.	(245) Distance polaire apparente.	Log. fact. parall. en Æ.	Log. fact. parall. en P.	Observat.
		h m s	h m s	° ′ ″			
Mars 6.....	*a*	9. 6. 3	11. 6.13,44	82.50.42,9	$-\bar{1}$,4922	−0,7388	Borrelly.
7.....	*b*	8.52.59	11. 5.28,84	82.40. 5,3	$-\bar{1}$,5012	−0,7400	Id.

» La planète est de 11-12ième grandeur.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1885,0.

	Noms des étoiles.	Æ.	P.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a	88 Weisse (a. c.) H. XI 8e......	11. 8.36,03	83.22.47,4	Cat. W.
b	1069 Weisse (a. c.) H. X 8e........	11. 0.54,85	82.40.46,5	Id.

CHIMIE. — *Alliages d'indium et de gallium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« L'action si vive de l'eau sur les alliages d'aluminium et de gallium ([1]) rendait intéressant l'examen des alliages du gallium avec le troisième métal de la même famille : l'indium. Toutefois ces derniers alliages ne décom-

([1]) *Comptes rendus*, p. 1240, mai 1878.

posent pas l'eau d'une façon appréciable et ne sont même que fort lentement attaqués par l'acide chlorhydrique étendu; ils abandonnent dans ce cas des quantités de chaque métal sensiblement proportionnelles à sa masse relative dans l'alliage; l'eau régale les attaque vivement.

» Les points de fusion complète sont difficiles à déterminer, parce que, à partir de la température où se manifestent les premiers signes de liquéfaction, la fluidité s'accroît graduellement, le métal restant plus ou moins longtemps pâteux et comme formé d'un mélange de liquide parfait et de grains cristallins.

» J'ai préparé les alliages suivants :

» 2In + Ga (en poids : In = 227,0 et Ga = 69,9). — Alliage blanc, grenu, facilement entamé par le couteau; commence à se ramollir et à s'émietter aisément à 46°, donne à 56° des signes évidents de fusion, tout en formant encore une pâte demi-ferme; constitue vers 63° une pâte molle contenant des grains plus durs et paraît ne se résoudre en liquide, encore un peu visqueux, que vers 75° ou 80°.

» In + Ga (en poids : In = 113,5 et Ga = 69,9). — Alliage blanc, presque solide, mais beaucoup moins ferme que le précédent; durcit notablement au contact d'une parcelle de gallium en bleuissant légèrement; est dur à 16°; commence à fondre à 16°,5 ou 16°,6; est demi-mou à 35°, crémeux à 45° et forme un liquide encore légèrement visqueux vers 60° à 80°. Cet alliage, placé dans HCl étendu, pendant vingt-quatre heures (dont plusieurs heures à une douce chaleur), n'a perdu que très peu de matière que l'examen spectral a montrée être composée de parties à peu près équivalentes de In et Ga.

» In + 2Ga (en poids : In = 113,5 et Ga = 139,8). — Alliage blanc pâteux, mou; durcit beaucoup au contact du gallium et bleuit alors un peu plus que le précédent; est dur à 16°, commence à fondre à 16°,5 environ; est butyreux et mêlé de grains à 18°, sa fusion étant d'ailleurs bien plus avancée qu'elle ne l'est avec l'alliage précédent à la même température; la fluidification s'accentue ensuite graduellement jusque vers 60° ou 80° où le liquide paraît conserver encore un reste de viscosité. Cet alliage se conduit comme le précédent avec HCl étendu; la faible quantité dissoute contient plus de gallium que d'indium.

» In + 4Ga (en poids : In = 113,5 et Ga = 279,6). — Alliage assez blanc; devient dur et bleuâtre comme du gallium au contact d'une trace de ce métal; commence à fondre à 16°,5 ou 16°,6. Dès 16°,9 la fusion est très avancée, quoique la masse soit encore un peu pâteuse. Le métal est cré-

meux vers 25° à 30° et liquide, bien que paraissant encore un peu visqueux, vers 50°.

» Les trois derniers alliages commencent donc à fondre à environ 16°, 5. Au-dessus de cette température, la fluidification est d'autant plus rapide qu'il y a plus de gallium. Il semble ainsi probable que le point de liquéfaction de l'alliage le plus fusible de Ga et In est situé près de 16°, 5. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques singularités du phénomène des marées, à propos d'un Ouvrage de M.* Hatt. Note de M. DE JONQUIÈRES.

« L'Ouvrage de M. Hatt, qui rend un compte satisfaisant des *lois générales* du phénomène de la marée, n'a pas, bien entendu, la prétention d'en expliquer toutes les *anomalies*; néanmoins il fait ressortir, par le simple examen des formules fondamentales, de quelles causes certaines d'entre elles doivent ou peuvent dériver. Ces aperçus, indiqués par l'auteur en plusieurs passages de son Livre, pourront être utiles aux expérimentateurs, en les guidant pour le choix et la discussion des observations qu'ils auront à faire de ce grand phénomène, encore peu étudié sur la plupart des points du globe terrestre.

» Les personnes qui se sont occupées de la question savent, en effet, qu'il s'y rencontre, çà et là, des singularités dont la connaissance n'est peut-être pas assez répandue. Ayant été curieux, à cette occasion, d'en relever quelques-unes dans des documents authentiques, j'espère ne pas trop abuser de l'attention de l'Académie, en lui présentant brièvement le résultat de cette rapide investigation.

» L'une des anomalies principales, que les faits révèlent, consiste en ce que, sur certains rivages, il n'existe qu'une seule marée en vingt-quatre heures, au lieu de deux.

» Le cas se présente notamment, et d'une façon absolue, à Papeete (île de Tahiti); en ce port, l'influence lunaire disparaît ou se dissimule complètement, et l'on n'observe, chaque jour, qu'une seule pleine mer, qui arrive régulièrement entre 1^h et 2^h de l'après-midi.

» A Akaroa (presqu'île de Banks), l'influence solaire, au contraire, semble disparaître, et la pleine mer y arrive, mais deux fois chaque jour, trois heures environ après l'heure du passage de la Lune au méridien de Paris.

» Dans tout le golfe du Tonkin ([1]), où il a été bien observé par M. l'Ingénieur hydrographe Héraud, et sur la côte de Chine qui l'avoisine au nord, à Pakhoï et au cap Kami, notamment, ainsi qu'à Manille et dans d'autres ports des îles Philippines, tels que Balabac et Ho-Ho, le phénomène conserve le même caractère anormal, mais avec moins de simplicité. La loi qui le régit dans les divers points que je viens de citer peut se résumer comme il suit :

» Deux ou trois jours après que la déclinaison de la Lune a passé par zéro, on observe toutes les vingt-quatre heures deux pleines mers et deux basses mers d'amplitudes à peu près égales.

» Pendant les jours qui suivent, un des flots va en augmentant d'amplitude, l'autre en diminuant, et bientôt on ne perçoit plus qu'une seule marée dans les vingt-quatre heures.

» Deux ou trois jours après que la Lune a atteint sa plus grande déclinaison, soit australe, soit boréale, l'unique pleine mer qui existe atteint son maximum d'amplitude.

» La marée décroît ensuite d'amplitude avec la déclinaison de la Lune ; bientôt une seconde marée apparaît, qui va, au contraire, en croissant et devient égale à la première deux ou trois jours après que la déclinaison de la Lune a repassé par zéro, et ainsi de suite ([2]).

» Comme on le voit, la déclinaison de la Lune joue un grand rôle dans ces marées du Tonkin et des Philippines, contrairement à ce qui a lieu sur les côtes de l'océan Atlantique.

» Laplace connaissait ce cas singulier pour le port de Batsha, au Tonkin ; il le cite au Livre IV, Partie I, de la *Mécanique céleste* et ajoute ces mots qui, pour l'époque à laquelle il écrivait, semblent prophétiques : « La grande » variété des circonstances locales qui influent sur les marées doit donc » en produire de considérables dans ces phénomènes, et il n'est probable- » ment aucun cas possible qui n'ait lieu sur la Terre » (t. II, p. 261).

» La hauteur qu'atteint la marée présente à son tour, selon les localités où on l'observe, de très grandes discordances. Dans certains estuaires, favorablement orientés par rapport à l'Océan d'où arrive l'onde générale, tels que la Manche, la baie de Fundy, le golfe de Corée, etc., elle est,

---

([1]) *Mémoire sur les marées de la Basse-Cochinchine*, par M. Héraud, Ingénieur hydrographe de la Marine (1873).

([2]) *Voir* le tome II des *Instructions nautiques sur les mers de Chine* (1884), page 498.

comme on sait, considérable, et le fait trouve sans doute son explication dans le resserrement progressif des rivages entre lesquels cette onde se propage en s'y concentrant. Elle est, au contraire, généralement si faible, dans certaines îles situées au milieu des vastes océans, telles que les îles de la Société, les Pomotous et autres, que les navigateurs en viennent parfois à se demander si la marée s'y fait réellement sentir. Cette particularité peut tenir à une cause inverse de la précédente.

» Mais, lorsqu'il est constaté que sur la vaste étendue de côtes de l'Amérique occidentale, qui s'étend depuis la baie Saint-François (baie Orange), auprès du cap Horn, jusqu'à l'Amérique russe, par 60° de latitude Nord, la mer ne marne presque jamais de plus de $3^m,75$, ni même de plus de 2^m dans la partie de cette côte comprise entre les tropiques, et parfois de beaucoup moins, tandis que, sur la côte orientale et australe de ce même continent, à partir du cap Horn jusqu'à la frontière de la République argentine, et presque sans transition, la mer s'élève à des hauteurs considérables (parfois 12^m dans le nord du détroit de Magellan, avec une décroissance graduelle quand on remonte vers des latitudes moins australes le long de cette côte de l'Amérique du Sud), comment se rendre compte *a priori* des causes d'une telle différence entre les régimes auxquels le phénomène est assujetti de part et d'autre de ce vaste continent?

» Il y aura là sans doute, après que les faits auront été plus longuement et plus exactement observés, de quoi exercer amplement la sagacité des savants qui aborderont, avec toutes les données suffisantes, l'étude complète de cette grande oscillation des eaux de la mer. »

M. **Alb. Gaudry** fait hommage à l'Académie d'une « Nouvelle Note sur les Reptiles permiens », qu'il vient de publier dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (séance du 3 novembre 1884).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Plantamour*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. R. Wolf obtient. . . . . 38 suffrages
M. D. Gill » . . . . . . 5 suffrages.

M. **R. Wolf**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

GÉODOSIE. — *Sur le Congrès de Washington et sur les propositions qui y ont été adoptées touchant le premier Méridien, l'Heure universelle et l'extension du système décimal à la mesure des angles et à celle du Temps;* par M. **J. Janssen**, délégué scientifique de la France au Congrès.

« Les matières qui ont été discutées au Congrès international, réuni à Washington le mois d'octobre dernier, intéressent trop directement les intérêts de la Science française et, par conséquent, l'Académie, pour qu'un membre de cette Compagnie, qui a eu l'honneur d'être le représentant scientifique de la France au Congrès, ne considère pas comme un devoir de lui rendre compte des travaux auxquels il a pris part.

» On sait que la question d'un premier Méridien unique pour toutes les nations et celle d'une heure universelle ont été très considérées dans ces derniers temps. Presque tous les Congrès qui avaient la Géodésie ou la Géographie pour objet ont touché à ce sujet.

» Mais, parmi les assemblées où cette question a été traitée, il convient de citer surtout le septième Congrès géodésique, tenu à Rome en 1883, parce que les propositions adoptées par ce Congrès exercèrent une très grande influence sur les résolutions proposées aux divers gouvernements par le Congrès de Washington.

» Le Congrès, réuni à Washington par les soins du gouvernement des

États-Unis, était formé par les représentants diplomatiques et scientifiques des divers États invités. Il était officiellement chargé d'étudier les matières en question et de formuler des propositions qui, il est vrai, ne devaient pas engager les gouvernements représentés, mais devaient servir de base à des négociations ultérieures et à des résolutions définitives.

» Dès que l'invitation du gouvernement américain parvint au gouvernement français, celui-ci s'adressa à l'Académie pour lui demander de lui désigner les délégués destinés à représenter scientifiquement la France au sein du Congrès. Cette démarche fut suivie de la nomination d'une grande Commission, renfermant des représentants de toutes les sciences et services intéressés et où l'Académie des Sciences fut très largement représentée.

» Cette Commission, présidée par le doyen de notre Section d'Astronomie, eut de nombreuses réunions et examina, avec le plus grand soin et une haute autorité, les questions qui formaient le programme du Congrès de Washington. Les résolutions qu'elle adopta, formulées dans un remarquable Rapport de M. Caspari et pleinement acceptées par le Gouvernement, formèrent la base des instructions données au délégué scientifique français.

» Le Congrès s'ouvrit le 1er octobre, dans la salle diplomatique du département d'État. Voici la liste des délégations qui prirent part aux travaux.

Pour l'Allemagne.

» M. le baron H. von Alvensleben, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.

» M. Hinckeldeyn, attaché à la légation impériale.

Pour l'Autriche-Hongrie.

» M. le baron Ignatz von Schaeffer, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.

Pour le Brésil.

» M. le Dr Luiz Cruls, directeur de l'observatoire impérial de Rio-Janeiro.

Pour le Chili.

» M. F. Vidal Gormas, directeur du Bureau d'Hydrographie.

» M. Alvaro B. Tupper, adjoint.

Pour la Colombie.

» M. le commodore S. R. Franklin, U. S. N., directeur de l'observatoire naval des États-Unis.

Pour Costa-Rica.

» M. Juan-Francisco Echeverria, ingénieur civil.

Pour le Danemark.

» M. Carl-Steen Andersen de Bille, ministre résident et consul général.

Pour l'Espagne.

» M. Juan Valera, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.
» M. Emilio Ruiz del Arbol, attaché naval de la Légation espagnole.
» M. Juan Pastorin, officier de marine.

Pour les États-Unis.

» M. le contre-amiral C.-R.-P. Rodgers, U. S. N.
» M. Lewis M. Rutherfurd.
» M. W. F. Allen, secrétaire des Conférences des chemins de fer.
» M. le commandant W. T. Sampson, U. S. N.
» M. le professeur Cleveland Abbe, U. S. signal Office.

Pour la France.

» M. A. Lefaivre, ministre plénipotentiaire et consul général.
» M. Janssen, de l'Institut, directeur de l'observatoire d'Astronomie physique de Paris.

Pour la Grande-Bretagne.

» Sir F. J. O. Evans, capitaine de vaisseau de la Marine royale.
» M. J. C. Adams, professeur et directeur de l'observatoire de Cambridge.
» M. le général Strachey, membre du Conseil des Indes.
» M. Sandford Fleming, représentant la Puissance du Canada.

Pour le Guatémala.

» M. Miles Rock, ingénieur en chef de la Commission pour la fixation des frontières.

Pour Hawai.

» Honorable W. D. Alexander, géomètre en chef du Royaume hawaïen.
» Honorable Luther Aholo, conseiller intime de Sa Majesté hawaïenne.

Pour l'Italie.

» M. le comte Albert de Foresta, premier secrétaire de la Légation de Sa Majesté le roi d'Italie.

Pour le Japon.

» M. le professeur Kikuchi, doyen du Département scientifique de l'Université de Tokio (Japon).

Pour la Liberie.

» M. W. Coppinger, consul général.

Pour le Mexique.

» M. Léandro Fernandez, ingénieur géographe.
» M. Angel Anguiano, directeur de l'Observatoire astronomique national du Mexique.

Pour le Paraguay.

» M. le capitaine John Stewart, consul général.

Pour les Pays-Bas.

» M. G. de Weckberlin.

Pour la Russie.

» M. C. de Struve, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.
» M. J. Stebnitzki, major général de l'état-major impérial russe.
» M. J. de Kologrivoff, Conseiller d'État actuel.

Pour Saint-Domingue.

» M. M. de J. Galvan, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.

Pour Salvador.

» M. A. Batres, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.

Pour la Suède.

» M. le comte Carl Lewenhaupt, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.

Pour la Suisse.

» M. le eolonel E. Frey, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire.

Pour la Turquie.

» M. Rustem Effendi, secrétaire de la Légation.

Pour le Vénézuela.

» Senor D[r] A. M. Soteldo, Chargé d'affaires.

» Le Congrès nomma pour président M. l'amiral Rodgers, pour secrétaire MM. Strachey, Janssen, Cruls.

» Sur la demande formelle de la délégation française, le Congrès décida que les motions et discours faits en langue anglaise seraient traduits en français et que les procès-verbaux seraient rédigés dans les deux langues.

Pour assurer l'exactitude de la version française, M. Janssen accepta les fonctions de secrétaire.

» Le Congrès invita certains savants présents à Washington à assister aux séances et prendre part aux discussions. Parmi eux, il convient de citer MM. Newcomb, Hasaph Hall, sir Williams Thompson, Hilgard.

» Si l'on examine la composition du Congrès, on voit combien l'Angleterre et l'Amérique s'étaient fait largement représenter, et cependant, à la force déjà si considérable que cette représentation nombreuse et éminente allait donner dans les discussions, on adjoignit encore, sous forme d'invitation, l'appui des plus éminents savants américains ou anglais présents à Washington.

» Enfin, sans vouloir en aucune façon douter de l'indépendance de personne, il est peut-être difficile de ne pas être frappé des invitations adressées à tous les petits États liés politiquement aux États-Unis.

» Voilà sur quel terrain la France était appelée à défendre ses intérêts.

» Mais heureusement nous n'avions pas d'intérêt personnel à défendre. La France du XIXe siècle, pas plus que celle du XVIIIe et du XVIIe, ne croit qu'il lui soit permis de considérer l'intérêt national dans les questions d'ordre scientifique et universel.

» Aussi, conformément à l'esprit qui avait présidé à l'institution du système métrique, la représentation française au Congrès de Washington a-t-elle uniquement soutenu le principe d'un méridien que la Science désignerait et qui répondrait le mieux à l'intérêt général.

» Dès le début des séances, un membre de la délégation américaine, traduisant sans doute le sentiment de ses collègues, proposa d'emblée le méridien de Greenwich comme méridien international. Si cette proposition eût été adoptée, la question capitale qui motivait la réunion même du Congrès était tranchée, et tranchée pour ainsi dire sans discussion et sans que les questions de principe et d'intérêt général que nous voulions défendre pussent être abordées.

» Le délégué de France s'éleva contre ce mode sommaire et inadmissible de procéder. Il montra qu'on devait, avant de procéder au choix d'aucun méridien en particulier, statuer tout d'abord sur l'institution même d'un méridien universel, et, si l'institution était admise, décider d'après quel principe on choisirait ce méridien.

» La légitimité de la demande était évidente : elle fut acceptée et la proposition du délégué américain retirée temporairement.

» On soumit alors au Congrès la question de l'institution d'un méridien de départ unique pour toutes les nations. L'institution fut unanimement acceptée.

» Il restait alors à décider d'après quel principe on choisirait ce méridien, c'est-à-dire si on le prendrait parmi ceux des observatoires existants, ou si on le déterminerait en n'ayant égard qu'aux conditions géographiques et au rôle que ce méridien doit remplir.

» Sur cette question, le délégué scientifique français demanda la parole et prononça le discours suivant :

« Nous pensons, messieurs, que si cette question de l'unification des longitudes est encore reprise après tant d'essais infructueux que l'histoire a enregistrés, il n'y a de chances de succès définitif pour elle que si on l'assoit enfin sur des bases d'ordre exclusivement géographiques, et qu'il faut écarter à tout prix les compétitions nationales.

» Aussi ne venons-nous pas soutenir ici une candidature, nous nous mettons complètement en dehors du débat, ce qui nous donne une attitude infiniment plus libre pour exprimer notre opinion, et discuter la question au seul point de vue des intérêts de la réforme projetée.

» L'histoire de la géographie nous montre de bien nombreuses tentatives d'unification des longitudes, et, quand on recherche les motifs qui ont fait échouer ces tentatives, dont plusieurs étaient, cependant, très heureusement conçues, on est frappé de ce fait qu'ils paraissent dus à deux causes principales : une cause d'ordre scientifique et une cause d'ordre moral. La cause d'ordre scientifique réside dans l'impuissance où étaient les anciens de déterminer exactement les positions relatives de points pris sur le globe; surtout s'il s'agissait d'une île éloignée d'un continent et qui, par conséquent, ne pouvait être reliée à ce continent par des mesures itinéraires.

» C'est ainsi, par exemple, que le premier méridien de Marin de Tyr et de Ptolémée, placé aux îles dites Fortunées, malgré ce qu'il y avait d'heureux dans le choix de sa position à l'extrémité occidentale du monde alors connu, ne put continuer à être employé à cause de l'incertitude du point de départ.

» Cet échec, très regrettable, a fait dévier la question. On fut obligé de revenir sur le continent. Mais alors, au lieu d'une origine commune des longitudes, indiquée par la nature, on eut des premiers méridiens de capitale, de lieux remarquables, d'observatoires. La seconde cause à laquelle je faisais tout à l'heure allusion, la cause d'ordre moral, l'amour-propre national a conduit à multiplier les origines géographiques là où la nature des choses en eût demandé, au contraire, la réduction à une seule.

» Au XVIIe siècle, à l'occasion d'une question de droit maritime, le cardinal de Richelieu, témoin de cette confusion, voulant revenir à l'unité, fit assembler dans ce but une Commission de savants et de navigateurs. Le fameux méridien de l'île de Fer sortit de leurs conférences.

» C'est ici, messieurs, que se trouve un enseignement que nous ne devrons pas perdre de vue. Ce méridien de l'île de Fer, qui avait d'abord ce caractère purement géographique et de neutralité qui pouvait seul le rendre et le maintenir comme premier méridien inter-

national, fut déplacé de sa position première par le géographe Guillaume Delisle, qui le plaça à 20° en nombre rond à l'ouest de Paris. Cette simplification malheureuse altérait complètement le principe d'impersonnalité. Ce n'était plus alors un méridien indépendant, c'était le méridien de Paris déguisé. Aussi les conséquences ne tardèrent-elles pas à se faire sentir. Le méridien de l'île de Fer, considéré depuis comme méridien purement français, froissa les susceptibilités nationales et perdit ainsi l'avenir qui lui était certainement réservé, s'il fût resté d'accord avec sa première définition.

» Ce fut un véritable malheur pour la Géographie. Nos Cartes, tout en se perfectionnant, eussent conservé l'unité de départ, qui, au contraire, s'altéra de plus en plus.

» Ah! si, dès que les méthodes astronomiques furent assez avancées pour permettre de fixer des positions relatives avec cette précision moyenne qui est suffisante pour la Géographie générale (et ceci pouvait être fait dès la fin du XVIIe siècle), on eût déterminé la position exacte d'un point précis dans l'île de Fer pour y rapporter toutes les longitudes, la réforme eût été réalisée deux siècles plus tôt, et aujourd'hui nous en jouirions pleinement. Mais, après Richelieu, on commit la faute de perdre, encore une fois, de vue les principes mêmes de la question, et la fondation des observatoires, qui se multiplièrent alors, y contribua grandement. Fournissant naturellement des positions relatives très précises, chacun de ces établissements fut choisi par la nation qui le possédait pour lui donner un point de départ de longitudes, en sorte que l'intervention de l'Astronomie dans ces questions d'ordre géographique, intervention qui, bien comprise, pouvait être si utile, nous écarta davantage du but à atteindre.

» C'est qu'en effet, messieurs, l'étude de ces questions conduit à établir une distinction très nécessaire entre les méridiens d'ordre géographique ou hydrographique et les méridiens d'observatoire.

» Les méridiens d'observatoire doivent être considérés comme essentiellement nationaux. Leur rôle est de permettre aux observatoires de se relier entre eux pour l'unification de leurs observations. Ils servent encore de point d'appui aux travaux géodésiques et topographiques qui s'exécutent autour d'eux. Mais leur rôle, d'un ordre tout particulier, doit être limité, en général, au pays qui les possède.

» Au contraire, les méridiens d'origine, en Géographie, n'ont pas besoin d'être fixés avec cette haute précision réclamée par l'Astronomie; mais, en revanche, leur domaine doit s'étendre au loin, et, tandis qu'il y a intérêt à multiplier les méridiens d'observatoire, il y a nécessité de réduire autant qu'on le peut les origines de longitudes en Géographie.

» On peut dire encore que, si l'emplacement d'un observatoire doit être choisi d'après des considérations d'ordre astronomique, un méridien de départ en Géographie ne doit être fixé que d'après des motifs d'ordre géographique.

» Messieurs, ces deux rôles si différents ont-ils toujours été bien compris et a-t-on respecté une distinction si nécessaire? En aucune façon.

» Comme les observatoires, en raison des travaux de haute précision qui s'y accomplissent, fournissent d'admirables points de repère, chaque nation qui était en mesure de le faire a rapporté à son observatoire principal, non seulement les travaux géodésiques ou topographiques qu'elle faisait chez elle, ce qui était bien naturel, mais encore les travaux de Géographie ou d'Hydrographie générales qu'elle exécutait au loin, méthode qui contenait en germe toutes les difficultés dont nous souffrons aujourd'hui.

» Aussi, à mesure que les travaux cartographiques s'accumulaient, le besoin de mettre de l'unité, surtout pour ceux qui concernent la Géographie générale, se fit-il de plus en plus sentir.

» C'est ce qui explique comment cette question d'un méridien de départ unique a été, dans ces derniers temps, si souvent soulevée.

» Parmi les assemblées qui se sont occupées de la question, celle qui doit principalement appeler notre attention est celle tenue à Rome l'année dernière. Pour beaucoup de nos collègues les conclusions adoptées par le Congrès de Rome fixent la matière. Ces conclusions doivent donc attirer notre attention d'une manière toute particulière.

» Messieurs, en lisant les comptes rendus des séances de cette assemblée, j'ai été frappé de ce fait, que dans une réunion qui comptait tant de savants et de théoriciens éminents, c'est le côté utilitaire de la question qui a été surtout envisagé, et qui finalement a dicté le sens des résolutions prises.

» Ainsi, au lieu de poser ce grand principe, que le méridien qu'on offrirait au monde comme point de départ de toutes les longitudes terrestres devait avoir avant tout un caractère essentiellement géographique et impersonnel, on s'est simplement demandé quel était, parmi les méridiens d'observatoires, celui qui, permettez-moi cette expression, avait la clientèle la plus nombreuse.

» Dans une question qui intéresse surtout la Géographie beaucoup plus que l'Hydrographie, ainsi que l'avouent presque tous les marins (il n'existe, en effet, que deux méridiens initiaux hydrographiques, Greenwich et Paris), on prend un premier méridien qui règne surtout sur mer. Et ce méridien, au lieu d'être choisi d'après la configuration des continents, est demandé à un observatoire, c'est-à-dire qu'il se trouve placé sur le globe d'une manière quelconque et très gênante pour la fonction qu'il doit remplir. Enfin, au lieu de profiter des leçons du passé, on introduit dans une question qui doit rallier toutes les volontés des compétitions nationales.

» Eh bien, messieurs, je dis que des considérations d'économie et d'habitudes prises ne devaient pas faire perdre de vue les principes qui doivent dominer la question et qui seuls peuvent assurer à l'institution son acceptation universelle et sa durée.

» Mais il y a plus, ce motif d'économie et d'habitudes prises qu'on invoque comme raison déterminante existe, il est vrai, pour la majorité pour laquelle il a été proposé, mais il n'existe que pour elle seule, et nous laisse tout le poids du changement dans les habitudes, les publications, le matériel.

» Puisque le rapport nous trouve si légers dans la balance, permettez-moi, messieurs, de rappeler brièvement le passé et le présent de notre Hydrographie, et pour cela je ne puis mieux faire que d'emprunter quelques passages d'un travail qui m'a été communiqué et émane d'un de nos plus savants hydrographes. La France, dit-il, a créé, il y a plus de deux siècles, les plus anciennes éphémérides nautiques existantes. Elle a, la première, conçu et exécuté les grandes opérations géodésiques ayant pour but la construction des cartes civiles et militaires, la mesure d'arcs de méridiens en Europe, en Amérique, en Afrique. Tous ces travaux étaient et sont réglés sur le méridien de Paris. Presque toutes les tables astronomiques dont se servent aujourd'hui les astronomes et les marines du monde entier sont françaises et calculées pour le méridien de Paris. En ce qui regarde plus particulièrement la marine, les méthodes précises dont se servent aujourd'hui toutes

les nations pour les levés hydrographiques sont d'origine française, et nos cartes, rapportées toutes au méridien de Paris, portent des noms tels que ceux de Bougainville, La Pérouse, Fleurieu, Borda, d'Entrecasteaux, Beautemps-Beaupré, Duperrey, Dumont d'Urville, Daussy, pour n'en citer qu'un petit nombre parmi ceux qui ne sont plus.

» Nos collections hydrographiques actuelles comptent plus de 4000 numéros de cartes. En défalquant celles que le progrès des explorations ne permet plus d'employer, il reste environ 2600 cartes en usage.

» Sur ce nombre, plus de la moitié représentent des levés originaux français, que les nations étrangères ont en grande partie reproduits : parmi celles qui restent, les Cartes générales sont le résultat de travaux de discussion faits au Dépôt de la Marine en utilisant tous les documents connus, tant français qu'étrangers, et il y en a relativement peu qui soient la traduction pure et simple de travaux étrangers. Nos levés ne se sont pas bornés aux côtes de la France et de ses colonies ; il n'est guère de région du globe pour laquelle nous ne possédions des travaux originaux : Terre-Neuve, les côtes de la Guyane, du Brésil et de la Plata, Madagascar, de nombreux points au Japon et en Chine, 187 cartes originales relatives à l'Océan Pacifique. Nous ne saurions omettre le beau travail de nos ingénieurs hydrographes sur la côte ouest d'Italie, qui a été honoré, par le jury international, de la grande médaille d'honneur à l'Exposition universelle de 1867. L'emploi exclusif par nos marins du méridien de Paris est motivé par les considérations d'un passé deux fois séculaire, que nous venons de rappeler brièvement.

» S'il s'agissait d'adopter un autre méridien initial, il faudrait changer la graduation sur les 2600 planches de notre hydrographie : il faudrait en faire autant pour nos instructions nautiques, dont le nombre dépasse 600. Ce changement devrait, de toute nécessité, entraîner dans la *Connaissance des temps* un changement correspondant.

» Voilà des titres qui ont leur valeur. Eh bien! si dans ces conditions la réforme projetée, au lieu de s'inspirer des principes supérieurs qui doivent dominer le sujet, doit prendre uniquement pour base le respect des habitudes prises par le plus grand nombre, et l'absence pour eux de tout sacrifice, en nous réservant à nous seuls le poids du changement et l'abandon d'un passé cher et glorieux, ne sommes-nous pas fondés à dire qu'une proposition qui se formulerait ainsi ne serait pas acceptable?

» Quand la France, à la fin du siècle dernier, institua le mètre, a-t-elle procédé ainsi? A-t-elle, par mesure d'économie et pour ne rien changer à ses habitudes, proposé au monde son Pied-de-Roi? Messieurs, vous savez les faits. La vérité est que chez nous tout a été bouleversé, habitudes et matériel. Et la mesure choisie, n'ayant de rapport qu'avec les dimensions de notre globe, est si bien dégagée de toute attache française, que, dans les siècles futurs, le voyageur qui foulera les ruines de nos cités pourra se demander pour quel peuple a été inventée la mesure métrique que le hasard pourra amener sous ses pas.

» Permettez-moi de dire que c'est ainsi qu'on institue une réforme et qu'on la fait accepter. C'est en donnant soi-même l'exemple des sacrifices, c'est en s'effaçant complètement devant son œuvre qu'on désarme les résistances et qu'on prouve son amour sincère du progrès.

» Je me hâte de dire maintenant que je suis persuadé que la proposition votée à Rome n'a été ni faite, ni suggérée par l'Angleterre, mais je doute que, si elle est agréée, elle rende un vrai service à la nation anglaise. Une immense majorité, dans les marines du globe, na-

vigue avec les cartes anglaises, cela est vrai, et cela est un hommage de fait, rendu à la grande activité maritime de cette nation. Le jour où cette suprématie librement consentie sera transformée en suprématie officielle et imposée, elle subira les vicissitudes de tout pouvoir humain, et cette institution, qui par sa nature est d'ordre purement scientifique, et à laquelle nous voudrions assurer un avenir long et paisible, deviendra l'objet des compétitions ardentes et jalouses des nations.

» Tout ceci montre, messieurs, combien il serait plus sage de prendre pour origine des longitudes terrestres un point choisi par les seules considérations géographiques. Sur notre globe, la nature a si nettement séparé le continent où se développe actuellement la grande nation américaine, qu'il n'y a, au point de vue géographique, que deux solutions possibles, toutes deux très naturelles.

» La première solution consisterait à revenir, en la modifiant un peu, à la solution des anciens, en plaçant notre méridien vers les Açores. La seconde, de le rejeter dans l'immense nappe d'eau qui sépare l'Amérique de l'Asie, vers ces confins du Nord où le nouveau monde donne la main à l'ancien.

» Les deux solutions peuvent être discutées; elles l'ont été souvent et tout récemment encore, par un de nos plus savants géologues, M. de Chancourtois [1].

» Chacun de ces méridiens réunit les conditions fondamentales que la Géographie réclame, et sur lesquelles on s'est toujours accordé quand on a écarté du débat les méridiens nationaux. Quant à la détermination du point adopté, les méthodes astronomiques, aujourd'hui si parfaites, en donneraient la position avec un degré d'exactitude aussi grand qu'on le voudrait.

» Mais qu'est-il besoin d'une détermination spéciale et coûteuse de longitude pour un point qui peut être placé arbitrairement, pourvu qu'il reste compris dans certaines limites, comme, par exemple, de satisfaire à la condition de passer par un détroit ou de traverser une île. On peut se contenter de relever le point adopté d'une manière approximative. La position ainsi obtenue sera rapportée à chacun des grands observatoires, bien reliés entre eux, qu'on aura choisis à cet effet, et c'est cette liste de positions relatives qui devient la définition du premier méridien. Quant au signe matériel sur le globe, si l'on en veut un, ce qui n'est nullement nécessaire, il devra être placé conformément à cette définition. On devra le déplacer jusqu'à ce que sa position y soit conforme.

» Enfin, si nous examinons la question des changements à introduire dans le matériel cartographique, lesquels dans notre proposition seraient imposés à tout le monde, ils pourraient être fort réduits, surtout si l'on se contentait, ce qui serait suffisant pour les commencements, de ne tracer sur les planches existantes que des amorces d'échelles, qui permettraient déjà de faire immédiatement usage du méridien international. Plus tard, et à mesure qu'on graverait de nouvelles planches, on donnerait une échelle plus complète, mais je crois qu'il y aurait toujours avantage à conserver, à l'exemple de ce qui se fait sur plusieurs atlas, les deux cadres, le national et l'international.

---

[1] Parmi les savants qui ont proposé le méridien de Behring ou plutôt son antiméridien, il convient de citer M. Bouthilier de Beaumont, président de la Société géographique de Genève.

» S'il est nécessaire aujourd'hui de faciliter les rapports extérieurs, il est bon aussi de conserver chez chaque peuple toutes les manifestations de sa vie personnelle et de respecter les signes qui représentent ses traditions et son passé.

» Messieurs, je n'insiste pas sur les détails de l'institution d'un semblable méridien. Nous n'avons à soutenir devant vous que le principe de son acceptation.

» Si ce principe était admis par le Congrès, nous avons mission de vous dire que vous trouveriez là un terrain d'entente avec la France.

» Sans doute, en raison de notre long et glorieux passé, de nos grandes publications, de nos travaux hydrographiques si considérables, un changement de méridien amènerait pour nous des sacrifices lourds et cruels. Cependant, si l'on venait à nous en nous donnant l'exemple des sacrifices, et en prouvant par là un sincère désir du bien général, la France a donné assez de preuves de son amour du progrès pour qu'on ne puisse douter de son concours.

» Mais nous aurions le regret de ne pouvoir nous associer à une combinaison qui, pour sauvegarder les intérêts d'une partie des contractants sacrifierait le caractère scientifique supérieur de l'institution, caractère indispensable à nos yeux pour lui donner le droit de s'imposer à tous et lui assurer un succès définitif. »

» Immédiatement après ce discours, la discussion générale s'engagea. Tous les délégués anglais, américains et les savants américains invités prirent successivement la parole pour combattre la proposition du délégué français; celui-ci eut à répondre successivement à une dizaine de discours embrassant les diverses faces de la question suivant la compétence spéciale de chaque orateur. Il est peut-être permis de dire que, malgré l'autorité, le talent, le nombre des savants combattant le principe de la neutralité du Méridien, ce principe a supporté tous ces chocs sans être ébranlé et sans qu'on ait pu l'entamer scientifiquement. Le méridien proposé par la France reste toujours comme représentant la solution impartiale, scientifique, définitive de la question. Nous pensons qu'il y a eu honneur pour notre pays d'avoir défendu cette cause.

» Avant le vote, M. Cruls, le savant directeur de l'observatoire de Rio-Janeiro et délégué du Brésil, prévint la délégation française qu'il avait reçu de l'Empereur l'instruction de voter avec la France. Nous fûmes très heureux de cet accord et nous demandons qu'il nous soit permis ici de féliciter l'auguste Associé étranger de l'Institut de France de sa détermination.

» Voici les principaux passages du discours par lequel M. Cruls motiva son vote :

« Jusqu'ici, messieurs, un point, et il est d'une grande importance, est acquis à la discussion, c'est la nécessité d'adopter un méridien initial unique; ce point, en effet, a obtenu

l'adhésion de tous les délégués présents à la conférence. Cette nécessité étant reconnue, il convient de faire un pas de plus vers la solution et de fixer quel sera ce méridien. C'est ce choix, messieurs, qui en ce moment fait l'objet de nos débats, et sur lequel nous avons à nous prononcer.

» Notre honorable collègue, M. Rutherfurd, délégué des États-Unis, a présenté une motion proposant l'adoption du méridien de Greenwich, motion qui se trouve, pour le moment, écartée de nos débats, son auteur ayant bien voulu la retirer, temporairement.

» La motion qui a été présentée dans la dernière séance, et a fait l'objet de nombreux et intéressants débats, est celle formulée par notre honorable collègue M. Janssen, délégué de France, qui propose que le méridien adopté ait un caractère neutre et ne rencontre aucun des grands continents d'Europe ou d'Amérique. Cette proposition, messieurs, a été fortement combattue par les délégués d'Angleterre et des États-Unis, et vaillamment soutenue par le délégué de France, et les débats qui s'en sont suivis nous ont donné l'occasion d'assister à un tournoi scientifique du plus haut intérêt. Les orateurs que nous avons eu l'honneur d'entendre me paraissent avoir épuisé toute la série des arguments pour et contre, et, à l'heure qu'il est, je présume que ces débats ont permis à chacun de nous de se faire, en toute connaissance de cause, une opinion sur la question que nous sommes appelés à voter.

» Pour ma part, messieurs, je tiens à laisser clairement définie l'attitude que le Brésil, dans mon opinion, a pour mission de prendre au sein de cette assemblée. Cette attitude est d'absolue neutralité, bien entendu, pour autant qu'il s'agisse de choisir un méridien national, ce qui peut provoquer, chez certaines nations, des compétitions d'amour-propre fort légitimes.

» Maintenant, messieurs, jusqu'au jour où la Conférence s'est réunie, pour la première fois, j'avais espéré que ces débats, entrepris sous l'influence d'une généreuse aspiration et n'ayant pour seul but que d'arriver à établir une mesure dont la nécessité est vivement réclamée par de multiples intérêts de diverses natures, pourraient arriver à une solution complète et définitive. Malheureusement, et je regrette d'être obligé de l'ajouter, les divergences qui se sont manifestées dans le sein de l'assemblée ne permettent guère de l'espérer.

» Ce que, pour ma part, messieurs, je ne puis pas perdre de vue, c'est qu'il est indispensable que la question, pour laquelle la Conférence se trouve réunie, reçoive une solution complète; sinon, le but du Congrès ne sera pas atteint. Or, puisque les délégués de la France ont manifesté dès l'origine de nos débats leur opposition à l'adoption de tout méridien qui revêtît un caractère de nationalité, ce qui a donné lieu à la motion présentée par M. Janssen, il s'ensuit que toute mesure votée par la Conférence et tendant à l'adoption d'un méridien national sera, par le fait même de l'abstention de la France, une mesure incomplète et qui ne répondra pas au but que poursuit la Conférence. Je m'empresse d'ajouter, afin d'éviter toute interprétation erronée qui pourrait être donnée à mes paroles, qu'il en serait de même si, par exemple, le méridien de Paris fût proposé, et que quelque grande nation maritime, telle que l'Angleterre, les États-Unis, ou tout autre s'abstînt de son adoption; dans ce cas, aussi, ma ligne de conduite serait tout indiquée.

Pour me résumer, messieurs, je dirai que les immenses bénéfices que le monde entier est appelé à recueillir de l'adoption d'un méridien initial unique ne se produiront dans

toute leur plénitude que pour autant que la mesure soit acceptée par l'unanimité des nations maritimes les plus importantes; dans tout autre cas, j'en suis, pour ma part, absolument convaincu, la mesure prise sera inefficace en partie, son adoption n'étant pas générale, et tout sera à refaire dans un avenir plus ou moins éloigné.

» Eh bien, messieurs, les débats auxquels nous avons assisté me prouvent surabondamment qu'il en sera toujours ainsi, aussi longtemps que l'on proposera le méridien de quelque grande nation.

» En présence donc de cette difficulté, qui me paraît insurmontable, la seule solution qui, par sa nature même, ne soulèvera pas les questions brûlantes d'amour-propre national est celle du méridien ayant un caractère de neutralité absolue. Si l'adoption d'un tel méridien était admise en principe, j'ai la certitude qu'une discussion entreprise sur le terrain de la Science pure, et en se guidant d'après les meilleures conditions qu'il devrait réaliser, conduirait rapidement à une solution pratique.

» Dans une telle discussion, messieurs, les arguments qui devraient prévaloir devraient être, avant tout, puisés dans la Science, unique source de vérité, la seule qui puisse nous éclairer pour nous permettre de former un jugement sain et de prendre une décision basée uniquement sur des considérations d'un ordre purement scientifique.

» D'ailleurs, messieurs, cette solution pratique me paraît déjà découler de ce que notre honorable collègue M. Janssen nous a dit à ce sujet. Le principe du méridien neutre une fois adopté, il resterait à débattre les conditions qu'il devrait remplir et déterminer son emplacement. De deux choses l'une, ou le méridien sera exclusivement océanique, et, de fait, par sa nature même, il sera alors neutre, ou bien il coupera quelque île, et, dans ce cas, rien n'empêcherait, par une convention internationale diplomatique, de rendre neutre la parcelle de terre où il conviendrait d'établir un observatoire, lequel pourrait en réalité se borner à bien peu de chose. De ces deux solutions qui satisfont, l'une et l'autre, aux conditions que doit remplir le méridien, au double point de vue de son caractère de neutralité et des exigences de la Science, je préfère, pour ma part, la seconde. Je me bornerai à signaler par ces quelques mots comment il serait possible d'arriver à une solution pratique, puisque, en ce moment, je n'ai à m'occuper que de l'adoption du principe du méridien neutre.

» Je conclus donc, messieurs, en déclarant que je voterai en faveur de l'adoption d'un méridien revêtissant le caractère de neutralité absolue; et, en le faisant, j'espère ainsi contribuer, pour ma part, à ce que nos résolutions soient empreintes du caractère d'indépendance dont elles ont besoin pour qu'elles puissent d'elles-mêmes et tout naturellement s'imposer et se généraliser dans l'avenir, et rallier dès à present l'adhésion des hommes de science, sans distinction de nationalité, qui, à l'heure qu'il est, attendent nos décisions. »

» Je dois ajouter qu'avant le vote M. Galvan, le représentant très distingué de la République Dominicaine, qui a fait ses études à Paris auprès de nos maîtres les plus éminents, m'avait très cordialement prévenu que l'attitude de la France en cette circonstance lui paraissait si conforme à celle que le monde était habitué à lui voir tenir dans toutes les questions d'in-

térêt général, qu'il serait heureux de contribuer à donner une fois de plus un témoignage d'admiration à la nation à la *puissante initiative intellectuelle,* suivant son expression, qu'en conséquence il voterait avec la France.

» Quant au vote, il fut conforme à nos prévisions, puisque, comme je l'ai dit, la presque totalité des délégués avait reçu mission de voter pour le méridien de Greenwich.

» Le principe du méridien neutre étant écarté, nous nous abstînmes de prendre part à la discussion sur le choix du méridien national appelé à devenir international. Comme nous l'avons déja dit, nous ne venions pas à Washington pour soutenir une candidature, mais bien un principe.

» Avant le vote, M. Valera, délégué d'Espagne, annonça qu'il était chargé par son gouvernement de dire qu'en votant pour Greenwich l'Espagne exprimait l'espoir que l'Angleterre et les États-Unis accepteraient le système des poids et mesures français.

» Cette déclaration amena M. le général Strachey à dire qu'il était autorisé à annoncer à la Conférence que l'Angleterre avait demandé à se joindre à la Convention du mètre.

» Nous ne pouvons passer sous silence la part prise à cette discussion par l'éminent Associé étranger de l'Institut de France, Sir William Thompson, qui se trouvait alors en Amérique et avait été bien naturellement invité à nos séances.

» Sir William Thompson prit la parole pour exprimer son désir d'un accord à l'égard du méridien et du système métrique.

» Voici un passage du discours qu'il prononça à ce sujet :

« Je forme les vœux les plus sincères et les plus ardents pour que les délégués de France et ceux des autres nations, qui ont appuyé de leurs voix la résolution antérieure, trouvent le moyen d'adopter la résolution dont la Conférence est actuellement saisie. Il me semble qu'il s'agit là d'un sacrifice et je suis convaincu que l'honorable délégué de France qui a pris la parole le dernier, M. Lefaivre, saisira bien qu'il ne s'agit point de demander à la France un sacrifice qu'elle ne serait pas disposée à faire.

» Dans les admirables discours que M. Janssen a prononcés devant cette Conférence (discours que je n'ai eu ni le plaisir, ni la satisfaction d'entendre, mais que j'ai lus avec le plus grand intérêt), il est déclaré que la France est disposée à faire un bien plus grand sacrifice que celui dont il s'agit en ce moment. La somme de sacrifices résultant d'un changement à introduire dans certains usages est toujours plus ou moins considérable, attendu que l'on ne saurait dire qu'une telle innovation peut se faire sans dérangement; mais il est permis d'avancer que le sacrifice auquel la France est disposée serait bien plus considérable que celui résultant de l'adoption de la résolution dont il s'agit en ce moment.

» Si l'on avait adopté la résolution relative à un méridien neutre, toutes les nations eussent été appelées à faire le sacrifice résultant d'un changement de méridien non encore déterminé, et dont les rapports avec les méridiens déjà en usage ne pouvaient être aussi faciles que ceux du méridien de Greenwich avec ces mêmes méridiens. Je suis d'avis que, si les délégués de France trouvaient moyen d'adopter cette résolution, ils n'auraient aucun motif de le regretter.

» J'approuve hautement ce qui a été dit à l'égard d'un système métrique commun. Mon opinion sur ce sujet est solidement établie; je ne l'exprimerai néanmoins pas si M. le Président croit qu'il y ait un inconvénient à aborder ce sujet; mais il me semble que l'Angleterre fait un sacrifice en s'abstenant d'adopter le système métrique. On ne peut néanmoins pas présenter la question sous cette forme. Nous n'avons pas à considérer ici si l'Angleterre gagnerait ou perdrait en adoptant le système métrique.

» Telle n'est point la façon d'envisager la question, attendu que l'adoption du système métrique par l'Angleterre est une question restreinte à sa propre convenance, à son propre usage; qu'elle l'adopte ou non, sa décision n'affecterait nullement les autres nations. Il n'en résulterait pour d'autres pays ni avantage ni préjudice. »

» Dès que le méridien de Greenwich fut adopté, l'Assemblée pensa qu'elle devait préciser d'après quel mode on numérerait les longitudes. Les compterait-on dans une seule direction, suivant l'avis presque unanime des savants de la Conférence de Rome, ou bien continuerait-on à les compter dans deux directions opposées jusqu'à l'anti-méridien? C'est ce dernier mode qui a été adopté.

» Le mode de compter les longitudes est et ouest, à partir d'un méridien central, qui est actuellement d'un usage général, a été évidemment introduit et motivé par l'emploi des méridiens nationaux. Mais quand, au lieu de considérer un pays en particulier, on envisage la Terre entière et qu'on vise à mettre le système général des longitudes en rapport avec celui d'une heure universelle, on comprend difficilement que, pour les longitudes, on s'arrête à moitié chemin, tandis que pour l'heure on parcourt le jour entier en comptant les heures de 0 à 24, ainsi que le Congrès l'a décidé.

» Nous ne voulons pas croire que l'avantage de ne rien changer aux habitudes prises, pas même quelques chiffres sur les Cartes anglaises, ait été le motif qui a décidé la majorité.

» Cette majorité, au reste, n'a été que de trois voix et, parmi les voix contraires ou d'abstention, nous remarquons toutes les grandes puissances, excepté la Russie.

» La question du méridien étant complètement réglée, l'assemblée devait aborder la seconde partie de son programme, celle qui concerne l'*heure universelle*.

» Tout le monde sait aujourd'hui ce qu'on entend par cette expression : l'*heure universelle*.

» Les relations commerciales et maritimes actuellement si développées par les progrès de la Navigation et de la Télégraphie font sentir chaque jour davantage la gêne apportée à ces relations par la diversité du point de départ des mesures horaires. On a donc pensé à instituer un jour qui aurait la même origine pour tout le globe. Pour atteindre ce but, on prend l'heure locale d'un point déterminé et, par convention, on en fait l'heure universelle. Dans ce système, l'influence de la longitude disparaît complètement. Un même instant physique reçoit la même expression horaire pour toute la Terre, et les actes de la vie internationale se rapprochent les uns des autres, comme s'ils s'accomplissaient au sein d'une même ville. Quant au point à choisir pour lui faire donner l'heure universelle, il est évident qu'il doit être le même que celui qu'on adoptera comme point de départ des longitudes. Les deux systèmes ne sauraient être séparés.

» Il va sans dire que cette heure universelle, qui est une expression horaire tout à fait artificielle, ne saurait avoir la prétention de remplacer les heures locales, ni même celles dites nationales. L'heure locale, qui est pour chaque lieu l'expression, au moins très approchée, du cours des phénomènes naturels, éternels régulateurs des actes de la vie, ne pourra jamais disparaître. Bien plus, pour certains usages, comme celui des chemins de fer, par exemple, on a trouvé très commode d'étendre l'emploi de l'heure locale de la capitale au pays entier, quand celui-ci n'a pas une étendue trop considérable en longitude. C'est le cas pour la France.

» Le Congrès a adopté, en principe, l'institution d'une heure universelle définie comme je viens de le faire. Mais, se séparant encore sur ce point du Congrès de Rome, il a donné pour origine, au jour universel, le minuit moyen de Greenwich qui, suivant les propositions du Congrès de Washington, deviendrait ainsi l'heure des transactions internationales pour le monde entier.

» La divergence des résolutions adoptées à Rome et à Washington à l'égard de l'origine du jour international met bien en évidence les inconvénients du désaccord fâcheux qui existe encore actuellement entre l'origine du jour astronomique placée à midi et celle du jour civil qui part du minuit précédent. Cet inconvénient devient de plus en plus grand à mesure que les éphémérides et les études astronomiques se répandent davantage ; aussi, nous sommes-nous associés avec empressement au vœu que le Con-

grès a émis relativement à l'unification des deux systèmes, en faisant commencer le jour astronomique à minuit, comme le jour civil.

» Les astronomes comprendront, nous l'espérons, qu'étant infiniment moins nombreux et, d'un autre côté, beaucoup plus au courant de ces matières, c'est à eux qu'il incombe de faire un léger sacrifice pour permettre la réalisation d'un progrès très désirable aujourd'hui.

» Après l'examen de ces diverses questions, les travaux du Congrès touchaient à leur terme; ce fut alors que la délégation française fit la proposition qu'elle avait mission de présenter. Cette proposition se rapportait à une importante extension du système décimal.

» Le Congrès de Washington, par son importance et par son objet, qui visait, en définitive, la continuation de cette grande œuvre française d'unification et de progrès, inaugurée à la fin du siècle dernier, offrait une occasion précieuse pour demander au monde de compléter ces applications du système décimal qui avait fait tout le mérite et toute la fortune de notre réforme des poids et mesures.

» Cette extension était relative à la mesure des angles et à celle du temps.

» On sait que, au moment de l'institution du système métrique, on avait étendu la division décimale à la mesure des angles et à celle du temps. De nombreux instruments furent même construits d'après le nouveau système.

» Pour ce qui concerne le temps, la réforme, introduite trop brusquement et, on peut le dire, sans qu'on y mît assez de discernement, se heurta à des habitudes trop anciennes et fut rapidement abandonnée; mais, à l'égard de la mesure des angles, où la division décimale présente tant d'avantages, la réforme se maintint beaucoup mieux et s'est conservée, pour certains usages, jusqu'à aujourd'hui. Ainsi la division de la circonférence en 400 grades fut adoptée dès l'origine par Laplace, et on la trouve couramment employée dans la *Mécanique céleste*. Dans les instruments dont se servirent Delambre et Méchain pour la mesure de l'arc du méridien d'où découla le mètre, on remarque des cercles répétiteurs divisés en grades. Enfin, de nos jours, le colonel Perrier, chef du service géographique de notre Ministère de la Guerre, se sert d'instruments à division décimale, et fait calculer en ce moment même des Tables logarithmiques à huit décimales appropriées à ce mode de division.

» Mais c'est surtout quand il s'agit d'exécuter de longs calculs sur les

mesures angulaires que la division décimale présente d'immenses avantages. A cet égard, on ne rencontre plus, pour ainsi dire, que l'unanimité parmi les savants.

» La Conférence de Rome, qui réunissait précisément tant d'astronomes, de géodésiens, de topographes éminents, c'est-à-dire les hommes les plus compétents et les plus intéressés dans la question, a émis à cet égard un vœu dont il est impossible de méconnaître la haute autorité.

» Il est donc aujourd'hui évident que le système décimal, qui a déjà rendu tant de services pour les mesures de longueur, de volume, de poids, est appelé à rendre des services analogues dans le domaine des grandeurs angulaires et de durée.

» Je sais que cette question de la division décimale rencontre, principalement en ce qui concerne la mesure du temps, de légitimes appréhensions. On craint qu'on ne veuille violenter des habitudes séculaires et bouleverser des usages consacrés.

» A cet égard, je crois que nous devons être pleinement rassurés. Les enseignements du passé seront mis à profit. On comprendra que c'est pour avoir voulu une réforme qui ne se renfermait pas assez dans le domaine scientifique, mais qui violentait les habitudes de la vie journalière, qu'on a échoué à l'époque de la Révolution.

» Il faut reprendre la question; mais il faut la reprendre avec le sentiment des limites que le bon sens et l'expérience indiqueront toujours à des hommes sages et expérimentés.

» Je crois que le caractère de la réforme serait bien défini en disant qu'il s'agit surtout de faire un nouvel effort vers l'application du système décimal dans l'ordre scientifique.

» Nous rencontrâmes d'abord une assez vive opposition. M. le Président n'était pas d'avis de mettre la proposition en discussion, mais je dois reconnaître qu'il se rendit enfin très courtoisement, *par déférence*, dit-il, *pour le délégué de la France, et parce que nous sommes heureux de lui faire honneur en toute chose.*

» On passa au vote. Les délégués anglais et américains votèrent contre la prise en considération, mais nous eûmes néanmoins la majorité.

» La proposition étant admise en discussion, le délégué français reprit la parole et l'on passa ensuite au vote définitif. Le succès fut alors complet, car le vœu fut adopté par vingt et une voix, sans voix opposante. C'était un succès pour la Science et pour la France.

» Telle est l'œuvre du Congrès.

» Cette œuvre est considérable. Mais son importance découle beaucoup plutôt des principes que le Congrès a proclamés que des solutions qu'il a adoptées.

» L'institution d'un méridien unique et d'une heure universelle ; l'unification des jours astronomique et civil; l'extension du système décimal, sont des réformes que les progrès de la Science et des relations internationales rendaient opportunes et désirables.

» Mais, dans l'application des principes, le Congrès a été moins heureux. Pour le choix d'un premier méridien, il s'est laissé trop séduire par les avantages pratiques et immédiats que lui offrait un méridien déjà très répandu, et il a méconnu les conditions qui auraient assuré à son œuvre une adoption universelle et définitive.

» Quant à nous, nous avons tenu dans cette question le rôle qui nous était dicté par notre passé, nos traditions, le caractère même de notre génie national. Notre proposition a été précisément celle que nous aurions adoptée nous-mêmes, si nous avions eu à prendre l'initiative de cette réforme. La nation qui a créé le système métrique ne pouvait en proposer une autre. Si notre avis tout scientifique et désintéressé n'a pas rallié la majorité, l'échec n'est pas pour la France, il est pour la Science. Mais la Science est la vraie souveraine des temps modernes, et aujourd'hui on ne s'en sépare pas impunément. Vainement dira-t-on que le méridien de Greenwich est déjà, de fait, le méridien universel, qu'il règne aujourd'hui sur la presque totalité des marines du globe, que son adoption ne fait que consacrer un fait déjà acquis, et transformer en droit une institution de fait. Je réponds que tout cela est vrai, j'ajoute même, si l'on veut, que tout cela est mérité par les grands travaux de la marine anglaise, travaux que nous, les initiateurs de l'hydrographie, nous apprécions plus que personne à leur juste valeur. Mais, quelque considérables que soient ces travaux et quelque grand que soit le nombre de ceux qui s'en servent actuellement, je dis, avec l'expérience du passé et au nom de l'histoire, que ces mérites ne pourront empêcher les conséquences inévitables qui découleront du caractère personnel de ce méridien. Et en effet, la France n'a-t-elle pas eu, elle aussi, une grande fortune géographique? Le méridien de l'île de Fer, devenu bientôt français, entre les mains de Guillaume Delisle et de nos grands géographes du XVIIIe siècle, n'a-t-il pas régné, sur la cartographie, pendant plus de deux siècles, et cela avec une autorité que n'égale même pas

aujourd'hui celui d'outre-Manche? Et cependant le méridien de l'île de Fer, après cette brillante carrière, est aujourd'hui de plus en plus délaissé, et la belle tentative française du XVIIe siècle se trouve tout à fait compromise! Quelle cause a donc amené ce fâcheux résultat? Une toute petite en apparence. Ainsi que nous l'avons déjà dit, c'est que, au lieu de laisser le méridien de l'île de Fer conforme à sa première définition, au lieu de lui conserver ce caractère purement géographique qu'il avait reçu des mains de Richelieu, de ce grand esprit qui avait si bien compris qu'une institution d'ordre universel ne doit porter la livrée de personne, on altéra imprudemment ce caractère en rapportant la position de ce méridien à celle de Paris, au lieu de lui rapporter celle de cette capitale comme de tout autre point. Voilà la faute qui a compromis la fortune de cette réforme si fermement et si judicieusement établie tout d'abord par son illustre auteur. Or cette faute, ne la commet-on pas aujourd'hui, en prenant encore une fois un méridien national pour en faire le point de départ universel des longitudes? Dès lors, n'est-on pas fondé à prévoir que les mêmes causes amèneront les mêmes effets? avec cette différence, toutefois, qu'aujourd'hui, dans l'état avancé de la civilisation, chez les diverses nations, une suprématie particulière, quelle qu'en soit la nature, sera beaucoup plus promptement abandonnée qu'il y a deux siècles!

» Il est donc bien à craindre que l'institution du nouveau méridien, si même elle réussit à s'établir, ne soit encore qu'une tentative sans avenir.

» La France, qui trouve dans l'histoire même de son passé le double enseignement qui résulte, d'une part, de l'abandon progressif de son méridien national et, de l'autre, au contraire, de la faveur de plus en plus grande du système scientifique et impersonnel des poids et mesures, devait faire entendre au Congrès un avis dicté par son expérience même.

» Mais cette attitude nous dégage-t-elle suffisamment? Avons-nous acquitté envers le monde et envers nous-mêmes la dette d'une nation généreuse et éclairée qui a toujours aimé à prendre les initiatives utiles à l'intérêt général? Je ne le pense pas, et s'il m'était permis d'émettre un vœu, je voudrais que nous joignissions ici encore l'exemple au précepte. Je voudrais que la France du XIXe siècle, se considérant comme l'héritière de celle du XVIIe, reprît, avec le bénéfice de l'expérience acquise, la belle tentative de Richelieu, et qu'elle instituât elle-même le méridien neutre.

» Cette institution bien conçue, assise sur des bases exclusivement scientifiques, rallierait peu à peu toutes les adhésions. L'Angleterre elle-même,

qui, si elle a un vif sentiment national, a aussi l'estime de ce qui est juste et grand, finirait par s'y rallier. Et alors cette réforme désirée depuis si longtemps, toujours tentée en vain, compromise encore tout récemment, serait enfin acquise au monde et à la science.

» Quoi qu'il en soit, et en dehors de la question du méridien, qui n'est pas encore résolue, n'oublions pas que l'accession de l'Angleterre à la convention du mètre et le vœu pour l'extension du système décimal sont des résultats importants qui montrent que notre présence à Washington n'a été inutile ni à la science ni au progrès. »

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Léauté *intitulé « Sur les oscillations à longues périodes dans les machines actionnées par des moteurs hydrauliques et sur les moyens de prévenir ces oscillations ».*

(Commissaires : MM. Tresca, Resal et Phillips, rapporteur.)

« Le Mémoire de M. Léauté a pour objet principal l'étude des oscillations à longues périodes des régulateurs dans les machines mues par des moteurs hydrauliques et la recherche des moyens propres à prévenir ces oscillations.

» Ce problème est l'un de ceux qui appellent depuis longtemps l'attention des constructeurs. Les oscillations à longues périodes détruisent en effet toute régularité en produisant un état périodique indéfini qui présente les plus graves inconvénients. C'est donc une des plus importantes questions de la Mécanique appliquée que M. Léauté s'est proposé de résoudre.

» Réduit à ses termes fondamentaux, le problème revient à déterminer le mouvement d'une machine après une perturbation quelconque capable de mettre en jeu le régulateur. Ainsi posé, il n'a encore été traité que par l'un de nous ([1]) qui, tenant compte de l'inertie des diverses pièces de la machine, a donné l'équation du mouvement et montré qu'elle pouvait être ramenée à une équation différentielle du premier ordre dont il a fait connaître l'intégrale générale. D'un autre côté, notre confrère, M. Rolland, dans ses recherches sur l'établissement des régulateurs de la vitesse, avait rattaché la production des oscillations à longues périodes à l'influence qu'exerce l'inertie des boules sur le mouvement de ce mécanisme.

([1]) RESAL, *Traité de Mécanique*, t. III, p. 218.

» Mais, dans ces deux séries de travaux, le seul cas examiné est celui des appareils de régulation à action directe. La question restait donc entière pour le cas de l'action indirecte, c'est-à-dire de celui où l'office du régulateur est d'établir ou d'interrompre, au moyen d'embrayages, la communication de la vanne avec le moteur.

» L'auteur a eu l'idée très heureuse d'un mode de représentation graphique des mouvements simultanés de la machine et de la vanne et qui consiste à prendre pour abscisses les ouvertures de vanne et pour ordonnées les vitesses correspondantes de l'un des arbres animés d'un mouvement de rotation continu. Le mouvement est alors figuré par certains circuits qu'il désigne sous le nom de *cycles* et qui sont formés, d'une part, de verticales correspondant aux périodes où le mécanisme de commande du vannage n'est pas embrayé et, d'autre part, d'arcs de courbes correspondant à l'ouverture ou à la fermeture de la vanne quand ce mécanisme est en action.

» Lorsqu'un de ces cycles est fermé, c'est-à-dire lorsqu'il forme une ligne continue, le mouvement de la machine repasse indéfiniment par les mêmes phases, et les oscillations à longues périodes ont pris naissance et se maintiennent.

» Le problème est ainsi ramené à déterminer dans quelles conditions un cycle fermé peut se produire. Pour cela, il faut tout d'abord connaître exactement la nature des courbes qui forment un cycle.

» C'est ce que cherche M. Léauté qui, après avoir obtenu l'équation différentielle du mouvement simultané de la machine et de son vannage, transforme son intégrale générale, en y introduisant, à l'aide de l'intégration par parties, les polynômes de M. Hermite, et obtient ainsi les équations des courbes d'ouverture et de fermeture. Constamment préoccupé d'ailleurs du sens mécanique des formules qu'il établit, l'auteur élimine successivement, ainsi que cela était indispensable, les quantités introduites inutilement par le calcul ou sans influence sur le phénomène qu'il étudie. Il montre de la sorte que, pour l'étude des oscillations à longues périodes, les courbes de déplacement de la vanne peuvent être considérées comme des paraboles et, ayant ainsi simplifié le tracé du cycle, il trouve aisément à quelle condition l'existence d'un cycle fermé est impossible.

» L'application du procédé graphique qui vient d'être indiqué au cas idéal d'un régulateur sans frottement et à celui d'un appareil ordinaire où les frottements ne sont pas négligeables met en lumière l'importance considérable qu'exercent, au point de vue des oscillations à longues périodes,

les résistances passives qui s'opposent à l'embrayage et au débrayage du mécanisme de commande.

» M. Léauté peut ainsi montrer nettement les causes du phénomène et donner la condition à laquelle doivent satisfaire les différentes caractéristiques de la machine et de l'appareil de régulation pour que les oscillations dont il s'agit ne se produisent pas.

» Il obtient ainsi une relation très simple entre la force vive totale de la machine, la vitesse que le mécanisme de commande imprime au vannage, les retards causés par le frottement dans l'action de ce mécanisme et le degré d'isochronisme du régulateur. Cette relation fait connaître la limite à laquelle la différence des vitesses correspondant à l'embrayage et au débrayage doit rester inférieure pour que les oscillations à longues périodes soient impossibles et permet dès lors de reconnaître si le bon fonctionnement d'un appareil de régulation est assuré dans les diverses conditions où il est appelé à se trouver.

» Le problème posé se trouve ainsi complètement résolu et sous une forme pratique.

» M. Léauté toutefois ne s'en tient pas là et, s'appuyant sur les résultats de son analyse, il montre comment sa théorie conduit à une méthode rationnelle d'établissement des régulateurs à action indirecte. A ce point de vue, cette théorie mériterait de prendre place, dans les Traités de Mécanique, à la suite de celle des volants. Elle pourrait éviter aux praticiens des tâtonnements et des mécomptes. Il suffirait d'ailleurs, pour la mettre à la portée de tous, de la débarrasser des calculs qui servent à fixer le degré d'approximation obtenu et à justifier les réductions opérées. Sous ce rapport, l'auteur a poussé très loin le souci de la rigueur, et cette suppression serait sans inconvénient. Quelques développements supplémentaires, indiqués d'ailleurs succinctement dans le Mémoire, achèveraient de la rendre claire. Nous engageons M. Léauté à faire ce travail, qui sera d'un grand intérêt et fort utile pour tous ceux qui ont à installer des moteurs hydrauliques.

» Après s'être rendu compte dans tous ses détails du mode de fonctionnement des appareils ordinaires de régulation à action indirecte et avoir fait ressortir que leur rapidité d'action est toujours obtenue au détriment de la régularité même du mouvement, l'auteur signale les précautions pratiques à prendre pour tirer le meilleur parti possible des appareils existants. Il montre ensuite l'avantage que peuvent présenter les mécanismes de commande à action intermittente, et termine en indiquant quelles sont,

en principe, les transformations qu'il conviendrait d'adopter pour obtenir des appareils à la fois énergiques et rapides. L'une des solutions auxquelles le conduit sa théorie est celle indiquée par M. Marcel Deprez en 1876.

» En résumé, le remarquable travail de M. Léauté contient la solution complète de l'une des questions les plus importantes et les plus ardues de la Mécanique appliquée. Nous avons l'honneur de proposer à l'Académie d'en ordonner l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Ces conclusions sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. P. du Buit et P. Sabathier adressent un Mémoire « sur une disposition de machine à vapeur réalisant d'importants perfectionnements, dans le fonctionnement aux allures réduites. »

(Commissaires : MM. Tresca, de Jonquières.)

M. E. Gaillard adresse une Note relative à un nouveau système de machines dynamo-électriques.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

M. A. Poincaré adresse une Note sur ses schémas simplifiés des mouvements atmosphériques, dans les différents régimes d'hiver.

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. C. Grand'Eury, nommé Correspondant pour la Section de Botanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. L. de Bussy prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *Dupuy de Lôme*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

MM. **Hoüel**, **Radau**, **Ginzel**, **A. Durand-Claye** adressent des remercîments, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le numéro de juin 1884 du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni*. Ce numéro contient la fin de l'article de M. *Ch. Henry*, intitulé « Pierre de Carcavy, intermédiaire de Fermat, de Pascal et de Huygens, Bibliothécaire de Colbert et du Roi, Directeur de l'Académie des Sciences »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Encke, faites à l'observatoire de Paris (équatorial coudé)*; par M. **Périgaud**, présentées par M. Mouchez.

Dates. 1885.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Astre — ⋆.	Déclinaison. Astre — ⋆.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Février 13.......	*a*	7	+ 1.32,25	— 3.27,3	4
18.......	*b*	8	+ 3.29,87	+ 8.23,5	4
21.......	*c*	8	— 4.41,54	— 7. 8,7	2

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1885.	Étoiles. de comparaison.	Ascension droite moyenne pour 1885,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1885,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	s	
Fév. 13...	*a* 46891 Lal.	23.49.44,78	—0,41	+7.34.57,0	—1,0	2 obs. mérid.
18...	*b* 47054 Id.	23.54.22,14	—0,42	+7.22. 0,9	—1,7	Id.
21...	*c* 33 Id.	0. 5.21,53	—0,41	+7.18.31,2	—2,1	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1885.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Correction de l'éphémér. (¹).	Distance polaire apparente.	Correction de l'éphémér. (¹).
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Février 13.....	6.34.35	23.51.16,95	— 1,27	+ 7.31.34,4	— 12,8
18.....	7. 1.16	23.57.52,04	— 1,65	+ 7.30.30,5	— 15,1
21.....	6.53.26	0. 0.39,95	— 2,51	+ 7.11.26,4	— 19,9

» Le 21 février, la comète offrait l'aspect d'une nébulosité ronde de l'éclat d'une étoile de 9e grandeur environ. »

(¹) L'éphéméride est celle qui a été publiée par M. O. Backlund.

SPECTROSCOPIE. — *Etudes spectroscopiques.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**, présentée par M. J. Janssen.

« On sait combien il y a de difficultés à voir, même à l'aide de spectroscopes puissants, les protubérances un peu étendues d'une manière satisfaisante. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences une méthode de chasser du champ visuel du spectroscope à vision directe tout rayon autre que ceux qui sont les plus rapprochés de la raie C, et de voir ainsi, à l'aide du parallélépipède de dispersion, les protubérances, à la lumière monochromatique rouge, appartenant à l'hydrogène.

» Ceci est dû à la sélection appropriée des milieux réfringents et de l'angle réfringent de deux prismes constituant le parallélépipède de dispersion.

» J'ai réussi à trouver des milieux dont l'absorption est minima et qui permettent d'observer des détails qui s'évanouissent en observant avec des prismes en verre d'une dispersion beaucoup moindre, à cause de pertes d'absorption et de réflexion.

» Le parallélépipède de dispersion permet aisément d'obtenir à la fois une dispersion énorme près de la raie à observer, et de chasser, à cause de la dispersion si puissante, par la réflexion totale, tous les autres rayons du spectre solaire du champ visuel.

» Je prends un mélange d'anéthol et de sulfure de carbone, pour obtenir une dispersion aussi puissante que possible. On trouve l'angle de prisme $u = 69°33'$, angle de réflexion totale pour la raie B, et l'on obtient les angles de réfraction pour l'anéthol combiné avec un prisme de spath calcaire :

Angle d'incidence $= 69°33'$.

	φ.	$u - \varphi$.	Dispersion partielle.
	° ′	° ′	° ′
B.	90. 0	20.27	3.59
C.	87.25	17.52	3.55
D.	84.55	15.22	»

» Évidemment on obtient une dispersion partielle très puissante, de 4° à peu près, entre B et C et entre C et D, également distribuée des deux côtés de la raie C, ce qui est très avantageux pour voir à travers la fente, en redressant le champ visuel par un diaphragme et par un grossissement un peu fort, les protubérances à la lumière monochromatique voisine de la raie C.

» Mais cette combinaison n'est pas à vision directe, quoique, à cause de la transparence du spath calcaire et de l'anéthol pour les rayons rouges et ultra-violets, elle soit très utile pour l'analyse spectrale des étoiles et des comètes.

» On peut obtenir la vision directe en substituant à l'anéthol par un mélange d'anéthol et de sulfure de carbone. L'angle du prisme devient, pour le mélange de $0^{vol},1$ d'anéthol et de $0^{vol},9$ de sulfure de carbone, $u = 76°53'$; les indices du mélange sont: $a = 1,6071$; $d = 1,6262$ et $h = 1,7000$; les angles de la deuxième réfraction $\varphi'_a = 21°24'$; $\varphi'_d = 0°39'$ et $\varphi'_h = -3°46'$; la dispersion partielle entre a et d devient $d\varphi = +20°45'$ et $d\varphi' = -4°25'$; la dispersion totale qui en résulte est: $25°10'$.

» En mélangeant $0^{vol},2$ d'anéthol à $0^{vol},8$ de CS^2 l'angle du prisme pour la dispersion maxima devient $u = 75°52'$ et les dispersions partielles sont, pour les raies :

a..... 23°.0	*b* — *a* = 6°.22'	*e*.... 8°.50'	*f* — *e* = 2°.15
b..... 16.38	*c* — *b* = 0.23	*f*.... 6.35	*g* — *f* = 4.20
c..... 16.15	*d* — *c* = 4. 2	*g*.... 2.15	*h* — *g* = 3.53
d..... 12.13	*e* — *d* = 3.23	*h*.... —1.38	

» Prenant l'angle limite pour la raie B, on trouve $u = 76°24'$; la lumière de la raie A est chassée par la réflexion totale, et les angles de réfraction deviennent :

b...	22°12'	2°17'	*d*...	13°27'	1°17'	*f*... 6°58'	4°38'	*h*.......... — 1°41'
c...	19°55'	6°28'	*e*...	12°10'	5°12'	*g*... 2°20'	4° 1'	Dispers. totale. —23°53'

» Ainsi on obtient entre *c* et *d* la dispersion partielle maxima de 6°,50 autant qu'on obtient avec un prisme de flint de 60° pour le spectre entier.

» Mais on peut aussi très bien observer les changements de position de la raie *f*, la dispersion entre *e* et *g* étant également répartie entre *ef* et *fg* et énorme : de 10° à peu près.

» Une série tout autre se prête aux expériences en faisant usage de la dispersion énorme de certains sels doubles de mercure, par exemple de l'iodure de mercure dissous dans une solution concentrée d'iodure de potassium et combinée au prisme en spath calcaire, lequel doit être protégé par une plaque mince plan parallèle de flint du même indice de réfraction.

» Les indices de réfraction de la solution concentrée et les angles de réfraction sont :

c...............	1,6883	8°,32	$d - c = 11°31$
d...............	1,7333	— 2,58	$f - d = 13°25$
f...............	1,8442	—16,24	
Dispersion totale...........		24°56′	

» La dispersion partielle entre *c*, *d* est double de la précédente.

» La partie rouge orangé n'éprouve pas de pertes appréciables par la solution jaunâtre, tandis que la partie bleu violet est fortement absorbée.

» On n'a pratiquement que la lumière rouge orangé dans le champ de la lunette du spectroscope et la ligne de vision directe est tout près de la raie C, ce qui est très convenable aux observations de protubérances solaires. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le parafoudre à polarisation.* Note de M. **A. d'Arsonval.**

« Dans ma Note du 26 janvier 1885, après avoir montré la vraie cause des dangers présentés par les générateurs mécaniques d'électricité, j'ai décrit très sommairement le moyen d'éviter ces dangers. Cette description, bien que très claire pour les électriciens, a donné lieu, de la part de M. Daussin, à une réclamation de priorité qui me semble mal fondée. Le moyen indiqué par cet inventeur n'a qu'une analogie de forme (emploi d'une dérivation liquide) avec celui que je propose. Le principe et le fonctionnement en sont absolument différents.

» En effet, pour supprimer l'étincelle d'extra-courant dans son relais télégraphique, M. Daussin place en dérivation, sur le circuit de l'électro-aimant, une simple colonne d'eau dans laquelle trempent deux fils de *cuivre*. Il substitue à la résistance métallique, utilisée quelquefois à cet effet, un conducteur liquide, n'ayant pas de self-induction, ainsi que cela s'est fait bien antérieurement dans les appareils électro-médicaux, pour en graduer les secousses. Dans cette disposition, la dérivation fonctionne comme une *dérivation. Elle est toujours traversée par une partie du courant de la pile*, plus ou moins, suivant sa résistance.

» Si M. Daussin diminuait graduellement sa résistance (en augmentant la surface des électrodes ou en employant plusieurs dérivations, comme il

l'indique), la plus grande partie du courant passerait par cette dérivation, qui se comporte en somme comme une dérivation métallique.

» Dans cette disposition, on perd inutilement une partie du courant et l'on affaiblit forcément le courant qui traverse l'électro-aimant. Dans ma disposition, au contraire, *jamais le courant direct ne peut franchir la dérivation, quelque faible que soit la résistance*. Cela tient à ce que cette dérivation développe, sous l'influence du courant, une *force contre-électromotrice qui équilibre toujours celle de la source*. Le courant direct se crée *automatiquement* une résistance infranchissable. Cela tient à ce que j'associe *en tension, et en nombre suffisant, des électrodes capables de se polariser* (plomb, platine, charbon, etc., plongeant dans l'eau acidulée), ce qui ne saurait avoir lieu avec des électrodes *en cuivre* et avec des dérivations multiples associées *en quantité*, comme l'indique M. Daussin.

» En pratique, j'emploie une pile à auge dont les cloisons sont de simples lames de plomb emmagasinant très peu, et dont une des faces est positive et l'autre négative. Cette auge est remplie d'eau acidulée et l'on donne aux cloisons une surface aussi grande qu'on le veut sans modifier l'effet, tout en diminuant indéfiniment la résistance de la dérivation pour un courant de tension supérieure à la tension de polarisation du parafoudre. En résumé :

» 1° *Jamais le courant direct ne peut passer par la dérivation.*

» 2° *Cette dérivation est rendue aussi peu résistante néanmoins qu'on le désire.*

» Telle est la double caractéristique de ma disposition.

» J'ajouterai deux mots, relativement au moyen proposé par M. J. Raynaud pour atteindre le même but, et que ce savant a eu l'obligeance de me communiquer dernièrement. Je l'ai aussitôt expérimenté et voici ce que j'ai observé : sur les bornes de ma machine de Gramme donnant 30 volts et 2 ampères, j'ai établi un paratonnerre composé de deux disques métalliques de $0^{m},10$ de diamètre et isolés l'un de l'autre par une simple couche *de vernis à la gomme laque*. Au moment de la rupture du courant, ni l'étincelle, ni la secousse n'ont été sensiblement modifiées. J'ai pensé que cela pouvait tenir à la faible capacité du condensateur. Je l'ai remplacé alors par le condensateur d'une bobine de Ruhmkorff, donnant $0^{m},15$ d'étincelle. Dans ces conditions, l'*étincelle de rupture a été fortement diminuée*, comme on devait s'y attendre; mais, chose curieuse, l'*énergie de la secousse a été considérablement accrue*, à tel point qne j'ai pu foudroyer un cobaye après huit à dix ruptures de courant. Je reviendrai sur l'explication de ce phénomène inattendu. Pour le moment, je conclurai simplement que l'interposition,

en dérivation, d'un condensateur sur les bornes d'une machine, diminue les chances de détérioration de la machine par l'extra-courant de rupture, mais que le dispositif *accroît au contraire considérablement* les dangers pour l'homme.

ÉLECTRICITÉ. — *Etude des moyens employés pour prendre le potentiel de l'air. Force électromotrice de combustion.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Mascart.

« Nos recherches ont porté d'abord sur la rapidité avec laquelle les appareils employés pour prendre le potentiel d'une masse d'air obéissent à une variation de potentiel. A l'intérieur d'une pièce, une grande feuille de métal isolée pouvait être mise au potentiel zéro (potentiel des conduites de gaz) ou au potentiel de 100 volts. On obtenait ainsi, à un moment voulu, une variation de potentiel de l'air ambiant. Les observations se faisaient avec un électromètre à quadrants (modèle de M. Mascart), dont les quadrants étaient au potentiel + 50 volts et — 50 volts et dont l'aiguille communiquait avec la prise de potentiel.

» Nous avons reconnu ainsi que les appareils à écoulement d'eau mettent un temps assez long à charger l'aiguille au potentiel de l'air. Ainsi, avec un débit de 8^{lit} d'eau en douze heures, il fallait six minutes environ, pour que l'électromètre accusât les $\frac{8}{10}$ de la variation de potentiel produite; avec un débit de 12^{lit}, il fallait cinq minutes pour que l'aiguille fût portée à peu près au potentiel de l'air.

» La combustion d'une mèche en papier à filtre imprégnée d'azotate de plomb, très employée pour les électromètres portatifs, est un moyen encore moins rapide de prendre le potentiel de l'air. En outre, ces mèches incandescentes présentent un défaut capital, qui doit en faire rejeter l'emploi pour toute mesure précise : la combustion charge l'électromètre à un potentiel pouvant différer notablement (8 à 10 volts) de celui de l'air, et *cette différence de potentiel est très variable pendant la durée d'une même combustion*. En particulier, quand la partie incandescente descend au-dessous de la tige de laiton qui supporte la mèche, et forme une couronne incandescente autour de cette tige, le potentiel de l'électromètre peut être supérieur de plus de 100 volts à celui de l'air où se fait la combustion.

» Ces expériences nous ont amenés à essayer comme prise de potentiel une flamme de gaz brûlant à l'extrémité d'un bec métallique, isolé et relié à l'électromètre. Nous avons reconnu tout d'abord que cet appareil amenait presque instantanément l'aiguille de l'électromètre au potentiel de l'air,

ou plus exactement que les variations de potentiel de l'air étaient accusées entièrement par l'aiguille dans le temps que celle-ci met à passer d'une position d'équilibre à l'autre.

» Nous avons voulu étudier alors les forces électromotrices auxquelles nous pensions que la combustion du gaz pouvait donner naissance. Pour faire cette étude dans des conditions bien définies, le bec a été placé à l'intérieur d'un grand cylindre creux en métal, fermé en haut par une plaque de même métal, ne laissant que les ouvertures nécessaires pour le tirage. Nous appellerons cette enveloppe cylindrique l'*inducteur*. Voici les résultats :

» L'appareil que nous venons de décrire se comporte exactement comme un élément de pile. Si l'on soude à l'inducteur et au bec métallique deux fils d'un même métal qui seront les deux pôles de l'élément, on constate entre eux une différence de potentiel constante dans l'état d'équilibre électrique et qui se rétablit rapidement dès qu'on vient à l'altérer : c'est la force électromotrice de l'élément. Ces éléments peuvent se mettre en opposition ou en tension avec une pile quelconque, tout comme un élément hydro-électrique. La force électromotrice se mesure aisément par l'électromètre; elle dépend : 1° de la nature du gaz qui brûle, 2° de la nature du métal qui constitue le bec, 3° de la nature de la surface interne de l'inducteur.

» Voici les nombres trouvés pour quelques éléments [1] :

						volts
Gaz hydrogène,	bec en	laiton,	inducteur	en	cuivre...	0,30
»	»	laiton,	»		zinc.....	0,58
»	»	zinc,	»		cuivre...	0,09
»	»	platine,	»		cuivre...	0,45
»	»	platine,	»		platine..	0,10
Gaz d'éclairage,	»	platine,	»		platine..	0,94
»	»	platine,	»		cuivre...	1,72

» Le pôle positif est au bec, le pôle négatif à l'inducteur.

» Dans tous les cas, le gaz d'éclairage a donné des forces électromotrices beaucoup plus grandes que l'hydrogène.

---

(1) Il est bien évident que la moindre altération de la surface interne de l'inducteur ou de la surface du bec doit modifier la valeur de la force électromotrice. La difficulté d'avoir des surfaces métalliques bien nettes, malgré les soins que nous avons pris, ne nous permet de présenter ces nombres que comme une première approximation. Nous avons tenu plus à montrer la régularité du phénomène que d'en chercher la valeur exacte dans le cas de métaux d'une netteté irréprochable.

» La résistance de ces éléments a été mesurée par la durée de charge d'une bouteille de Leyde, en tenant compte de la déperdition due à la conductibilité du verre de la bouteille. On a trouvé, par exemple, 115000 mégohms avec une flamme de gaz d'éclairage ayant environ $0^m,01$ de hauteur, brûlant dans un inducteur de $0^m,13$ de diamètre, et avec un inducteur de $6^{cm},5$, 69000 mégohms.

» Nous croyons que ces forces électromotrices de combustion n'ont pas encore été étudiées ni même signalées nettement. Étant d'un ordre de grandeur de 100 à 1000 fois supérieur à celui des forces électromotrices thermo-électriques développées dans une chaîne métallique, on ne peut les confondre avec celles-ci.

» En résumé :

» Une chaîne formée de métaux, de gaz incandescents et de gaz froids n'obéit pas à la série des tensions de Volta.

» Une flamme courte ($0^m,01$ environ) à l'extrémité d'un bec métallique est le meilleur moyen de prendre le potentiel d'une masse d'air, la force électromotrice très faible s'éliminant dans les différences. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition des sels par l'eau.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Le principe général de l'opposition de l'action et de la réaction dans les équilibres chimiques ([1]), que j'ai énoncé précédemment, conduit aux deux conséquences suivantes au sujet de la décomposition des sels par l'eau.

» 1° La quantité d'acide libre nécessaire pour s'opposer à la décomposition d'un sel dissous croît indéfiniment avec la proportion de ce sel contenu dans la liqueur.

» 2° La décomposition d'un sel dissous augmente ou diminue par l'élévation de température, suivant que cette décomposition absorbe ou dégage de la chaleur.

» Ces conséquences étant en contradiction avec les idées généralement admises, j'ai cru devoir reprendre au point de vue expérimental l'étude de cette question. J'ai choisi, pour ces recherches, le sulfate de mercure et le chlorure d'antimoine : le premier de ces sels absorbe une quantité de chaleur considérable en se décomposant; l'autre, au contraire, en dégage une certaine quantité, assez faible il est vrai. Dans ce travail, les quantités

([1]) *Comptes rendus*, 10 novembre 1884.

de sel et d'acide sont rapportées à un même poids d'eau, comme cela se fait habituellement dans les déterminations des coefficients de solubilité, et non à un même volume, comme on l'avait fait jusqu'ici dans les études sur la décomposition des sels par l'eau.

» 1° *Chlorure d'antimoine.* — L'acide total a été titré alcalimétriquement au moyen du réactif coloré de M. Joly, l'hélianthine, et l'oxyde d'antimoine précipité a été dosé par une liqueur titrée d'iode. Il était à craindre que dans le dosage de l'acide il se formât une petite quantité d'oxychlorure. J'ai reconnu que l'on peut éviter cet inconvénient en menant le titrage assez rapidement. On a alors un précipité complètement exempt de chlore. J'ai du reste contrôlé les déterminations d'acide chlorhydrique en le dosant après précipitation de l'antimoine à l'état de sulfure. La présence dans la liqueur d'hydrogène sulfuré est sans action sur l'hélianthine (¹).

» Les expériences ont été faites aux températures de 15° et de 50°.

Poids de $SbCl^3$ *et* HCl *dans* 1000^{gr} *d'eau à* 15°.

HCl libre.......	8,6	19,3	40,5	56	72,5	88	95	97,5	104	105
$SbCl^3$..........	0,11	0,18	0,36	2,10	9,9	34	111	319	590	850

Poids de $SbCl^3$ *et* HCl *dans* 1000^{gr} *d'eau à* 50°.

HCl libre.......	3,65	32	40,2	56	68	77,2	84,5	88
$SbCl^3$..........	0,1	1	1,5	5,8	21,8	50,5	136,5	337

» Les liqueurs ont été maintenues au contact du précipité d'oxychlorure et agitées fréquemment pendant trois mois pour l'expérience à 15° et pendant huit jours pour l'expérience à 50°.

» Le précipité dans les liqueurs étendues est l'oxychlorure Sb^2O^5Cl et, dans les liqueurs plus concentrées, SbO^2Cl. Le changement se fait lorsque la proportion d'acide libre dans la liqueur atteint 70^{gr} par litre.

» 2° *Sulfate de mercure.* — La liqueur acide a été titrée après addition d'hélianthine au moyen d'une dissolution de potasse ($1^{éq}$ dans 1^{lit}). Le virage se produit lorsque la totalité du mercure est précipitée à l'état de sous-sulfate $3HgO, SO^3$. La liqueur, additionnée ensuite de chlorure de sodium,

(¹) Ce mode d'emploi de l'hélianthine est susceptible de recevoir un grand nombre d'applications dans l'analyse volumétrique. Un certain nombre de corps sans action sur ce réactif : l'hydrogène sulfuré, le phosphate monosodique, etc., peuvent déplacer de leurs combinaisons des acides énergiques dont le dosage permet de déterminer la proportion des composés dans lesquels ils étaient engagés. Les sels de zinc peuvent ainsi se doser par précipitation au moyen de l'hydrogène sulfuré, les sels d'alumine par précipitation au moyen du phosphate de soude, etc.

est devenue alcaline par la mise en liberté d'oxyde mercurique et a été titrée par une dissolution d'acide chlorhydrique ($1^{éq}$ dans 1^{lit}).

» Les expériences ont été faites aux températures de 15°, 50° et 100°.

Poids de HgO, SO^3 *et* SO^3 *dans* 1000^{gr} *d'eau à* 15°.

SO^3 libre	13,1	30,4	35,5	39,3	46,7	57,9	72	86,2	98
HgO, SO^3	13	47,7	58	70,7	89,2	134,5	197	274	307

Poids de HgO, SO^3 *et* SO^3 *dans* 1000^{gr} *d'eau à* 50°.

SO^3 libre	8,7	14	32	41	48	63,5
HgO, SO^3	4,9	9	28,9	46,6	53,2	68

Poids de HgO, SO^3 *et* SO^3 *dans* 1000^{gr} *d'eau à* 100°.

SO^3 libre	38	63	120
HgO, SO^3	26,6	61	205

» Les liqueurs ont été maintenues et agitées au contact du sous-sel précipité pendant trois mois pour l'expérience faite à 15°, pendant cinq jours à 50°, pendant trois heures à 100°. Le précipité est dans tous les cas formé de sulfate tribasique $3HgO, SO^3$.

» Les conclusions à tirer de ces expériences sont les suivantes :

» 1° La quantité d'acide libre croît indéfiniment avec la quantité de sel dissous. J'avais admis autrefois ([1]), en m'appuyant sur des expériences qui ne m'étaient pas personnelles, que la quantité d'acide libre, après avoir augmenté progressivement avec la quantité de sel, tendait ensuite vers une limite fixe. Ce résultat, auquel conduisaient les expériences en question, s'explique par ce fait que les données numériques étaient rapportées à un même volume de liqueur et par suite à des poids d'eau décroissants. Il arrivait alors que les quantités d'acide libre, après avoir augmenté, tendaient non pas vers une limite fixe, mais vers un maximum, et décroissaient ensuite. Elles restaient assez longtemps stationnaires au voisinage du maximum pour pouvoir paraître constantes.

» 2° Les expériences sur le sulfate de mercure montrent que la relation numérique qui lie les poids A d'acide libre aux poids S de sel dissous est de la forme

$$A^{1,58} = 4,7S,$$

c'est-à-dire analogue à celle que M. Schlœsing a établie pour la décomposition du bicarbonate de chaux et qui a été vérifiée depuis par M. Engel pour le bicarbonate de magnésie.

([1]) *Comptes rendus*, 1884, t. I, p. 675.

» 3° Les expériences sur le chlorure d'antimoine présentent une discontinuité très nette; les courbes montrent un angle vif qui correspond au changement de composition du précipité d'oxychlorure. Il faut, pour représenter l'ensemble des expériences faites à une même température, deux formules exponentielles différentes :

$$A^{0,8} = k'S,$$
$$A^{8} = k''S.$$

» 4° Une élévation de température accroît la décomposition du sulfate de mercure qui est accompagnée d'une absorption de chaleur et diminue celle du chlorure d'antimoine qui est accompagnée d'un dégagement de chaleur. »

CHIMIE. — *Sur la séparation du titane d'avec le niobium et le zirconium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« La séparation du titane et du niobium d'une part, et du zirconium de l'autre, par les procédés décrits jusqu'ici, offre de grandes difficultés et une sérieuse dépense de temps. On peut arriver rapidement à un bon résultat en fractionnant à l'ébullition par l'ammoniaque la solution fluorhydrique du mélange des oxydes.

» En ajoutant lentement de l'ammoniaque très étendue à une solution fluorhydrique également très étendue et bouillante d'acide titanique, on reconnaît au tournesol que l'acide titanique ne se précipite que lorsque la solution est devenue alcaline. De plus, cette précipitation est, à l'ébullition, incomplète surtout en présence d'un excès notable de fluorure d'ammonium. Au contraire, la solution, dans les mêmes conditions, d'acide niobique demeure acide tant qu'il en reste de dissous, à moins d'un excès considérable de fluorure d'ammonium. C'est cette différence que l'on peut utiliser. On ajoute de la potasse caustique en solution très étendue à la solution bouillante très étendue du mélange à séparer tant que la solution reste franchement acide. Il ne se précipite alors que de l'acide niobique si l'ébullition est maintenue. Dès que le tournesol commence à virer au lilas, on remplace la potasse par de l'ammoniaque également très étendue et l'on cesse d'en ajouter quand la solution est devenue tout juste neutre.

» Le précipité formé contient à peine des traces d'acide titanique. La solution est filtrée bouillante et le précipité lavé à l'eau bouillante. Les

eaux filtrées, réunies et portées à l'ébullition, sont additionnées d'ammoniaque étendue jusqu'à réaction fortement alcaline. La liqueur ne contient plus alors que de l'acide titanique. On la filtre bouillante et on en sépare l'acide titanique.

» La portion intermédiaire, composée d'un mélange d'acides titanique et niobique, doit être traitée à nouveau par le même procédé. En opérant avec quelque soin, cette portion n'est qu'une fraction minime de la matière mise en expérience.

» Si pourtant on tenait à une très grande pureté des acides séparés, il faudrait recommencer la série des précipitations en ne considérant comme purs que le premier précipité, d'une part, et le dernier, de l'autre. Ces opérations sont très rapides, les précipités (niobates et titanates de potassium très acides) étant faciles à filtrer et à laver à l'ébullition. Les liqueurs n'attaquent plus sensiblement le verre dès que l'acide niobique a commencé à se précipiter.

» S'il n'existe que des traces d'acide niobique ou titanique, on les recherche soit dans le premier, soit dans le dernier précipité. J'ai retrouvé ainsi, à l'état impur à la vérité, mais très reconnaissable, un demi-milligramme d'acide titanique (ou niobique) mêlé à deux mille fois son poids d'acide niobique (ou titanique). Une seule précipitation suffit pour cela.

» En examinant au spectroscope, par les procédés que j'ai indiqués (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1022 et 1069), les précipités successifs formés par l'ammoniaque, on arrive encore plus rapidement au but. Comme la quantité de matière consommée pour reconnaître l'un des corps est négligeable, on peut, en deux séries au plus de fractionnements, arriver à séparer très sensiblement les deux acides.

» C'est aussi au spectroscope qu'il faut avoir recours pour séparer d'une façon analogue la zircone de l'acide titanique. La zircone n'est pas précipitée du tout par l'ammoniaque de sa solution fluorhydrique bouillante, pour peu que la liqueur contienne déjà du fluorure d'ammonium. Il convient donc de fractionner les liqueurs très étendues par l'ammoniaque également étendue, d'abord à l'ébullition, puis à température de plus en plus basse. La séparation est aussi rapide que dans le cas de l'acide niobique. On sépare finalement la zircone par la potasse caustique, sa précipitation par l'ammoniaque n'étant que partielle, même à froid. On retrouve ainsi sans peine les traces les plus minimes de titane dans la zircone ou réciproquement. Le premier de ces corps se trouve toujours en traces sensibles au moins, parfois en quantités notables dans les zircons d'Expailly,

de l'Oural et de Suède. On rencontre aussi fréquemment l'acide niobique dans les variétés un peu foncées.

» L'acide titanique se présente encore, ainsi que l'a reconnu M. de Marignac et comme je l'ai vérifié, dans tous les tantalates et niobates naturels que j'ai examinés. Un seul paraît faire exception, c'est l'ixiolite de Skogböle, en Finlande. Certains échantillons m'en ont semblé absolument dépourvus; la plupart n'en contiennent que des traces à peine sensibles. Le tantalate, fort impur d'ailleurs, contient des quantités considérables d'acides stannique, niobique, tungstique, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les nitriles pyrotartrique et succinique normaux.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« I. *Nitrile pyrotartrique normal* $CAz-(CH^2)^3-CAz$. — Il y a neuf ans que M. Reboul a fait connaître l'acide pyrotartrique normal. Celui-ci, à la même époque, avait fait, dans le laboratoire de M. Markownikoff, l'objet des recherches de Mlle Julie Lermontoff. Depuis lors, cet acide si remarquable a été refait à diverses reprises et étudié par différents chimistes. Il est assez étrange que jusqu'ici le produit qui en est le point de départ immédiat, le *cyanure triméthylénique* $CAz-(CH^2)^3-CAz$, n'ait pas encore été décrit; personne, semble-t-il, n'a tenté de l'isoler. La raison en est vraisemblablement que, se fondant sur les propriétés assignées au terme voisin, le cyanure diméthylénique $CAz-(CH^2)^2-CAz$, on s'est imaginé que ce produit n'était pas distillable; c'est une erreur, comme on va le voir. Ayant été amené, dans le cours de mes études sur le groupe oxalo-adipique, à préparer de l'acide pyrotartrique normal, j'ai tenu à examiner de près son nitrile.

» J'ai préparé celui-ci comme mes devanciers, seulement j'ai fait usage de cyanure de potassium pur et désagrégé, venant de l'acide cyanhydrique et d'alcool de 85 pour 100, environ 4 fois le volume du bibromure de triméthylène $C^3H^6Br^2$. Après sept ou huit heures de chauffe, au bain-marie, dans un appareil à reflux, la réaction paraît complète, le bromure de potassium qui s'est abondamment formé reste pulvérulent, et le liquide alcoolique n'est que faiblement coloré en jaune. On filtre celui-ci et l'on en chasse l'alcool par distillation; on pousse celle-ci jusqu'à ce qu'un thermomètre plongé dans le liquide marque 160° à 165°. Une filtration nouvelle sépare le bromure de potassium qui s'est déposé pendant cette opération. Le liquide filtré est le produit presque totalement pur; distillé dans une

cornue, il passe en majeure partie entre 270° à 280°. Le rendement est très satisfaisant, il dépasse 80 pour 100 du rendement théorique.

» Le *nitrile pyrotartrique* normal constitue un liquide incolore, quelque peu épais et visqueux, sans odeur bien appréciable, d'une limpidité parfaite, d'une saveur amère et douceâtre. Sa densité à 11° est 0,9961. Il se dissout dans l'eau; la potasse caustique le sépare de cette solution, sous forme d'une huile surnageante, mais pas le chlorure de calcium; il se dissout beaucoup mieux dans l'alcool et dans le chloroforme, mais il est insoluble dans l'éther et dans le sulfure de carbone.

» Ce corps paraît très difficile à congeler; il est resté liquide dans un mélange réfrigérant marquant — 23°. Sous la pression ordinaire, il bout d'une manière constante et régulière, à 274°, sans décomposition bien sensible.

» Il se combine à la façon des nitriles avec l'acide HBr gazeux en donnant un produit cristallin. Il se dissout aisément dans l'acide HCl fumant; après quelque temps, il s'établit une réaction très vive, la masse s'échauffe considérablement et il s'y forme un abondant dépôt de chlorure ammonique. Après expulsion de l'excès d'acide HCl, on retire aisément, par l'éther, de la masse solide, l'acide pyrotartrique formé.

» On a trouvé dans ce corps, par deux fois, 29,38 pour 100 d'azote; la formule en demande 29,78.

» Le pentane normal $CH^3-(CH^2)^3-CH^3$ bout à 37°.

» A cet hydrocarbure correspondent deux nitriles :

» *a*. Le nitrile *valérique normal* $CH^3-(CH^2)^3-CAz$; ébullition : 140°-141°.

» *b*. Le nitrile *pyrotartrique normal* $CAz-(CH^2)^3-CAz$; ébullition : 274°.

» On voit par là combien le remplacement successif de H^3 par Az influe sur la volatilité du composé primitif.

» L'isomère du *nitrile triméthylénique*, le *cyanure de propylène*

$$\begin{array}{l} CH^3-CH-CH^2-CAz \\ \qquad\ \ | \\ \qquad CAz \end{array}$$

a été signalé depuis plusieurs années et étudié surtout par M. Pinner.

» C'est un liquide incolore, congelable en beaux prismes transparents, fusibles vers 12° et bouillant à 252°-254°.

» Les rapports de volatilité qui existent entre les dérivés propyléniques et triméthyléniques sont donc conservés entre les nitriles correspondants :

$$\begin{array}{lll} CH^2-CAz(\text{éb. }274°), & CH^2Br(\text{éb. }162°-163°), & CH^2-CO(OC^2H^5)(\text{éb. }237°), \\ | & | & | \\ (CH^2)^3, & (CH^2)^3, & (CH^2)^3, \\ | & | & | \\ CH^2-CAz, & CH^2Br, & CH^2-CO(OC^2H^5), \end{array}$$

CH^2-CAz (éb. 254°),	CH^2Br (éb. 141°-142°),	CH^2-CO(OC^2H^5)(éb. 218°),
CH-CAz,	CHBr,	CH-CO(OC^2H^5),
CH^3,	CH^3,	CH^3.
Diff. 20°.	Diff. vers 20°.	Diff. 19°.

» 2. *Nitrile succinique normal,* CAz-$(CH^2)^2$-CAz. — Nous devons à MM. Norton et Tcherniak les renseignements les plus récents sur la préparation et les propriétés du nitrile succinique.

» A la suite de manipulations longues et laborieuses, ils n'ont obtenu qu'un rendement de 23 pour 100 du rendement calculé; c'est évidemment peu satisfaisant. La raison de cet insuccès relatif est toute dans la nature du cyanure de potassium employé; ces chimistes ont fait usage de cyanure de potassium ordinaire, quoique de bonne qualité, de cyanure à 90 p. 100.

» Je suis arrivé à des résultats beaucoup meilleurs, et très aisément, par l'emploi du cyanure de potassium *pur* et désagrégé, tenant de l'acide cyanhydrique.

» Après huit heures de chauffe, dans un appareil à reflux, du mélange de KCAz, de $(C^2H^4)Br^2$ en léger excès avec 4 fois son volume d'alcool à 85 pour 100, la réaction peut être regardée comme complète; le bromure de potassium, abondamment formé, reste pulvérulent. Le liquide filtré est faiblement coloré en brun; on en chasse l'alcool et l'on prolonge la distillation jusqu'à ce que le thermomètre, plongé dans le liquide, marque 140°. La masse, qui s'est congelée par le refroidissement, est reprise par le chloroforme, qui dissout le nitrile seul et laisse un résidu brunâtre de bromure. L'expulsion du chloroforme laisse le nitrile, qui ne tarde pas à se solidifier. Au lieu de 40^{gr} de nitrile que devaient me fournir 94^{gr} de bromure éthylénique, j'en ai recueilli, à la suite de ces opérations, 33^{gr}, ce qui correspond à un rendement de 82 pour 100. Ce nitrile brut, distillé dans une petite cornue, passe presque totalement entre 260° et 270°, en laissant seulement un faible résidu noir charbonneux.

» Le cyanure d'éthylène, parfaitement pur, est, comme l'ont déjà décrit MM. Norton et Tcherniak, solide, soluble dans l'eau, l'alcool et le chloroforme, insoluble ou très peu soluble dans l'éther et le sulfure de carbone.

» J'ai trouvé qu'il fond à 51°-52°, et qu'il bout, sous la pression ordinaire, à 265°-267°.

» MM. Norton et Tcherniak prétendent qu'il constitue une masse *complètement amorphe*. Je ne suis pas de leur avis; il constitue, au contraire, une masse *glacée*, composée de dendrites très fines. Pour se convaincre de sa nature cristalline, il suffit de l'observer au moment de sa solidification.

On voit se former sur les parois du flacon qui le renferme des arborescences cristallines, foliacées, qui envahissent rapidement toute la masse.

» De même que l'acide pyrotartrique ordinaire appartient au type de l'acide succinique normal, dont il est le dérivé méthylique, de même le nitrile pyrotartrique ou cyanure de propylène, corps aisément congelable, reproduit le type du nitrile succinique, corps naturellement solide.

» Il résulte des faits consignés dans cette Note que, dans le groupe oxalo-adipique, on observe, quant à la fusibilité, les mêmes relations entre les *nitriles* qu'entre les *acides* eux-mêmes ; en passant d'un *terme pair* à un *terme impair*, la fusibilité augmente. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'iodacétone*. Note de MM. **P. de Clermont** et **P. Chautard**, présentée par M. Friedel.

« L'iode agit directement sur l'acétone pour former l'iodacétone. Si l'on met ces deux corps en présence dans des proportions convenables, l'iode se dissout dans l'acétone, le mélange s'échauffe, fonce beaucoup en couleur, et il suffit de porter le tout à l'ébullition pendant quelques heures pour que l'action de l'iode soit épuisée. Mais l'acide iodhydrique qui prend naissance dans la réaction attaque l'acétone iodée qu'il détruit presque totalement à mesure qu'elle se produit; en sorte qu'on obtient une masse rouge brun foncé formée pour la plus grande partie d'une matière résineuse noire provenant de la décomposition de l'acétone iodée par l'acide iodhydrique, et contenant une petite quantité d'iodacétone non altérée bien reconnaissable à son odeur caractéristique, mais qui retient de l'iode en dissolution et qu'il est impossible de purifier.

» Pour éviter l'action de l'acide iodhydrique, nous avons fait réagir l'iode et l'acétone en présence de l'acide iodique et nous avons préparé ainsi très facilement de grandes quantités d'acétone mono-iodée parfaitement pure.

» *Préparation.* — On met dans un ballon de 3 litres 200^{cc} d'acétone pure, bouillant à 56°-58°, 100^{gr} d'iode et 40^{gr} d'acide iodique broyés ensemble; le liquide s'échauffe légèrement et la réaction commence à froid; on abandonne le mélange à lui-même pendant huit jours, et, après ce temps, on chauffe au bain-marie le ballon surmonté d'un appareil à reflux jusqu'à ce que l'acétone qui retombe du réfrigérant soit tout à fait incolore. L'opération dure habituellement de deux heures à trois heures. On ajoute à la masse un demi-litre d'eau environ et l'on agite vivement; ce lavage a pour but d'enlever l'acétone en excès et l'acide iodique non attaqué. Un seul lavage suffit; il faut éviter un excès d'eau,

car l'iodacétone se dissout dans l'eau par l'agitation. L'acétone iodée se rassemble au fond du récipient sous forme d'une huile lourde sensiblement incolore qui est séparée de l'eau de lavage au moyen d'un entonnoir à robinet, séchée rapidement sur du chlorure de calcium fondu, enfin abandonnée dans le vide, à l'abri de la lumière, pendant un intervalle allant de douze à vingt-quatre heures. Après ce temps elle commence à se décomposer.

» Le produit ainsi obtenu nous a donné à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	C^3H^5IO.
C............	19,45	19,04	»	19,56
H............	3,07	3,02	»	2,71
I............	»	»	69,18	69,02
O............	»	»	»	8,71

» Il est important de suivre exactement les indications que nous venons de donner. En effet, au lieu d'attendre, comme nous le conseillons, huit jours pour terminer la réaction, nous avons plusieurs fois chauffé immédiatement le mélange d'iode, d'acide iodique et d'acétone; mais, en opérant ainsi, nous avons obtenu tantôt un très bon rendement d'iodacétone pure en quelques heures, tantôt au contraire la réaction a été bien plus complexe; nous n'avons pas obtenu trace d'acétone iodée, mais seulement un mélange d'iodure d'éthyle et d'autres éthers que nous n'avons pas encore séparés.

» Si l'on chauffe le mélange après deux ou trois jours, on obtient presque toujours une certaine quantité d'acétone bi-iodée, et la mono-iodacétone retient de l'iode qu'il est impossible de lui enlever sans l'altérer.

» Enfin, quand on remplace l'acétone pure par de l'acétone étendue d'eau, les proportions des trois corps étant d'ailleurs toujours les mêmes, on n'obtient que des traces d'acétone mono-iodée; le produit de la réaction est presque uniquement la di-iodacétone.

» *Propriétés.* — L'iodacétone $CH^2I-CO-CH^3$ est un liquide limpide, volatil, très corrosif, non inflammable. Sa densité est 2,17 à 15°. Elle est incolore, mais brunit très vite à la lumière. La chaleur la décompose, et elle ne peut être distillée sans altération même dans le vide de la trompe.

» Son odeur est suffocante, et ses vapeurs irritent à tel point les muqueuses et particulièrement les yeux, qu'on ne peut demeurer dans un laboratoire où l'on en a renversé si peu que ce soit; on ne peut manipuler ce corps qu'en plein air, et, malgré cela, sa préparation et sa purification sont des opérations très pénibles.

» L'iodacétone est soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme et le sulfure de carbone; l'eau en dissout de notables quantités par une agitation prolongée.

» *Réactions.* — La potasse étendue est sans action sur l'acétone iodée dont on peut, à l'aide de ce réactif, reconnaître la pureté : si, en effet, l'iod-

acétone retient un excès d'acétone, il suffit d'y ajouter une parcelle d'iode pour qu'on obtienne au contact de la potasse très diluée un précipité d'iodoforme caractéristique de la présence de l'acétone libre.

» La potasse concentrée dissout l'acétone iodée en s'échauffant et se colorant en brun; la soude agit avec moins d'énergie; l'ammoniaque n'agit à froid qu'à la longue.

» L'iodacétone réduit avec énergie le réactif cupropotassique.

» Le chlore, le brome et l'acide iodhydrique l'attaquent très vivement et la résinifient.

» Les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique et bromhydrique la dissolvent en s'échauffant et se colorant plus ou moins et, au bout de quelques instants, on voit se former au sein de la liqueur un abondant précipité cristallin d'un corps qui, séché et purifié, fond à 61°,5; c'est la di-iodacétone symétrique $CH^2I-CO-CH^2I$.

» La transformation de l'iodacétone en di-iodacétone par les acides constitue un mode de préparation de ce dernier corps bien plus avantageux et plus simple que les procédés décrits jusqu'ici.

» L'acétone mono-iodée se transforme encore partiellement en di-iodacétone quand on l'abandonne une semaine environ dans le vide, et un peu plus longtemps à l'air humide.

» Traitée en solution alcoolique par l'amalgame de sodium, l'acétone iodée régénère l'acétone.

» L'oxyde d'argent humide réagit très énergiquement sur l'iodacétone, le mélange s'échauffe beaucoup à froid; après avoir chauffé quelques heures au bain-marie, on obtient un mélange d'iodures alcooliques et il se dépose sur les parois de l'argent réduit et un peu d'iodure d'argent. Chauffée en solution alcoolique en présence de l'acétate de potassium fondu, l'iodacétone donne l'éther $CH^3-CO-CH^2(C^2H^3O^2)$ bouillant à 175° environ, que M. Henry a déjà obtenu en faisant réagir sur ce même corps la monochloracétone.

» En présence du chlorure d'argent, on obtient après une ébullition prolongée la monochloracétone bouillant à 119°.

» Nous continuons nos recherches sur les combinaisons de l'iode avec l'acétone et avec l'aldéhyde, qui, traitée de la même manière, paraît donner des résultats analogues. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation du glyoxal-bisulfite d'ammoniaque.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré précédemment que le glyoxal-bisulfite d'ammoniaque, préparé par la méthode générale décrite par Debus (action à froid du glyoxal dissous sur les bisulfites), n'a pas une composition anormale, et que sa formule est celle d'un corps hydraté $C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4), H^2O^2$, comme pour les autres composés de la même série.

» Je me suis proposé d'en mesurer la chaleur de formation.

» I. La chaleur de dissolution de ce corps a été trouvée de $+10^{Cal},91$ pour $1^{éq}$ (256^{gr}), dissous dans 50 fois son poids d'eau à $+10°$.

» La mesure de la quantité de chaleur dégagée dans la réaction du glyoxal dissous sur le bisulfite d'ammoniaque dissous, pour former la combinaison dissoute, a présenté des difficultés particulières.

» Des trois méthodes que j'ai décrites à propos du glyoxal-bisulfite de soude, les deux premières seulement ont été appliquées, l'autre offrant peu de précision, à cause de sa lenteur.

» *Première méthode.* — Action directe du bisulfite d'ammoniaque dissous sur le glyoxal dissous. La combinaison est complète au bout de trente minutes environ; elle a fourni $+14^{Cal},00$ pour $1^{éq}$ de glyoxal à $+10°$, soit

$$C^4H^2O^4 \text{ diss.} + 2(AzH^4O, S^2O^4) \text{ diss.} = C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4), H^2O^2 \text{ diss.} \ldots \quad +14^{Cal},00$$

» *Deuxième méthode.* — Le glyoxal bisulfite dissous dans l'eau est décomposé par un excès de base ($4^{éq}$) qui dédouble la combinaison, transforme le glyoxal en glycolate et le bisulfite en sulfite neutre, ces deux dernières réactions étant connues thermiquement.

» J'ai d'abord employé l'ammoniaque pour opérer cette décomposition; elle se fait avec une très grande lenteur et ne permet pas d'obtenir des données précises, l'action de l'ammoniaque sur le glyoxal donnant naissance à des dérivés particuliers de l'ordre du glyoxal ammoniaque, contrairement à ce qui se produit pour les autres bases agissant sur les autres glyoxal-bisulfites. Ainsi j'ai obtenu le nombre $+16^{Cal},00$; d'où l'on déduit

$$C^4H^2O^4 \text{ dissous} + 2(AzH^4O, S^2O^4) \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +22^{Cal},26 \text{ environ}$$

résultat très différent de celui que j'ai obtenu précédemment.

» Je me suis assuré que la cause d'erreur était l'action spéciale du glyoxal sur l'ammoniaque qui a fourni directement $+10^{Cal},23$, au lieu de $+17^{Cal},05$, qui correspondrait à une transformation en glycolate d'ammoniaque. D'ailleurs, les expériences sont trop longues pour se prêter à des mesures exactes.

» J'ai modifié l'application de cette méthode pour ce cas particulier, en substituant à l'ammoniaque la soude en grand excès ($6^{éq}$). Dans ces conditions, la réaction dure à peine vingt minutes; elle a donné $+32^{Cal},73$ à 11°, pour $1^{éq}$ de glyoxal. Le calcul se fait de la manière suivante :

$$C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4)H^2O^2 \text{ dissous}$$
$$= C^4H^2O^4 \text{ dissous} + 2(AzH^4O, S^2O^4) \text{ dissous} \ldots \quad -x$$

$$C^4H^2O^4 \text{ dissous} + 2NaO \text{ dissous}$$
$$= C^4H^3NaO^6 \text{ dissous} + NaO \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots \quad +18^{Cal},40$$

$$2(AzH^4O, S^2O^4) \text{ dissous} + 4NaO$$
$$= 4(NaO, SO^2) \text{ dissous} + 2AzH^3 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +28^{Cal},77$$

» La somme de ces trois réactions donnant $+32^{Cal},73$, on a

$$x = +14^{Cal},44.$$

» Ce nombre concorde avec le premier résultat; on peut donc admettre la moyenne, soit $+14^{Cal},22$ pour

$$C^4H^2O^4 \text{ diss.} + 2(AzH^4O, S^2O^4) \text{diss.} = C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4), H^2O^2 \text{ diss.}$$

» Cette concordance a été vérifiée encore, en ajoutant à la liqueur obtenue plus haut (première méthode), $6^{éq}$ de soude, ce qui a donné, en reproduisant le même état final, $+32^{Cal},85$, nombre presque identique à $+32^{Cal},73$.

» II. Connaissant la chaleur de dissolution de la combinaison cristallisée et celle de ses éléments, on déduit des nombres qui précèdent

$$C^4H^2O^4 \text{ sol.} + 4SO^2 \text{ gaz} + 2AzH^3 \text{ gaz} + 4HO \text{ sol.}$$
$$= C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4), H^2O^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +84^{Cal},85$$

ou, à partir du 4HO liq.,

$$87^{Cal},72,$$

et, pour le composé dissous,

$$+73^{Cal},94 \text{ et } +76^{Cal},81.$$

» De même, en rapportant les résultats au bisulfite d'ammoniaque solide,

$$C^4H^2O^4 \text{ sol.} + 2(AzH^4O, S^2O^4) \text{ sol.} + 2HO \text{ sol.}$$
$$= C^4H^2O^4, 2(AzH^4O, S^2O^4), H^2O^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +16^{Cal},07$$

ou, à partir de 2HO liq.,

$$+17^{Cal},50,$$

et, pour la combinaison dissoute,

$$+5^{Cal},16 \text{ et } +6^{Cal},59.$$

» III. Si l'on compare ces nombres à ceux que j'ai déterminés antérieurement pour les sels de soude, de potasse et de baryte, on trouve, pour la réaction,

$$C^4H^2O^4 \text{ diss.} + 2(MO, S^2O^4) \text{ diss.} = \text{glyoxal-bisulfite dissous;}$$

M = NaO ...	$+11^{Cal},03$	M = KO	$+14^{Cal},96$
M = BaO (1).	$+10^{Cal},69$	M = AzH^4O .	$+14^{Cal},22$

et, en rapportant les résultats au composé précipité,

$$+20,69, \quad +28,36, \quad +19,37\ (^1), \quad +25,13.$$

» On peut aussi évaluer la chaleur de neutralisation de l'acide glyoxal-disulfureux par ces quatre bases, et comparer ces nombres à ceux fournis par l'acide sulfureux :

	$(C^4H^2O^4, 2S^2O^4)$ diss.	$2S^2O^4$ diss.
	Cal	Cal
NaO diss.	$+16,55 \times 2$	$+16,65 \times 2$
KO	$+18,46 \times 2$	$+16,60 \times 2$
BaO	$+17,28 \times 2$	$+17,26 \times 2$ (sel partiellement dissous.)
AzH^4O	$+16,27 \times 2$	$+14,78 \times 2$

» Les deux nombres sont les mêmes pour les sels de soude. Avec les autres bases, l'acide glyoxal-disulfureux dégage toujours plus de chaleur que l'acide sulfureux, même pour la baryte, si l'on tient compte de l'état partiellement dissous du bisulfite.

» Ces différences s'ajoutent à la chaleur de formation de

$$C^4H^2O^4 \text{ diss.} + 2S^2O^4 \text{ diss.},$$

(1) Le bisulfite étant dissous seulement en partie.

(2) Ce nombre est rapporté au bisulfite de potasse, formé à l'instant même par le mélange de l'acide et de la potasse, comme pour les autres bases; il serait un peu plus faible si l'on partait du métasulfite.

soit $+11^{Cal},24$, et contribuent à expliquer la stabilité de ces combinaisons dans l'état dissous. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les matières colorantes des feuilles; identité de la matière rouge orangé avec la carotine,* $C^{18}H^{24}O$. Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Chevreul.

« Les matières colorantes des feuilles ont déjà fait l'objet de nombreux travaux; cependant l'étude est loin d'en être terminée. D'après les conseils de M. Chevreul, j'ai entrepris des essais sur la séparation de ces diverses matières colorantes : j'ai été amené ainsi à appliquer la méthode des lavages successifs, en employant tour à tour différents dissolvants neutres, et, dans le cours de ces recherches, j'ai obtenu un corps parfaitement cristallisé, rouge orangé, doué d'une puissance de coloration des plus intenses.

» J'ai reconnu ultérieurement que ce corps avait été signalé par M. Bougarel (¹) sous le nom d'*érythrophylle;* ce chimiste en avait constaté la présence dans les feuilles de Pêcher et dans celles de Sycomore.

» M. Fremy, dans ses recherches sur la chlorophylle, avait aussi constaté la formation accidentelle de petits cristaux rouge orangé.

» Le procédé suivant m'a permis d'extraire des feuilles d'épinards une certaine quantité de la matière rouge orangé : les feuilles sont séchées dans le vide sec et, après réduction en poudre, épuisées par le pétrole léger (carbures du pétrole distillant au-dessous de 100°), à l'aide de macérations successives à froid (²); j'ai reconnu, en effet, que, dans ces conditions, les matières colorantes jaunes et rouges entraient les premières en solution et que la chlorophylle restait insoluble, pourvu toutefois que les macérations ne fussent pas trop prolongées. Le pétrole se sature assez rapidement de matières colorantes; on le distille, achevant l'évaporation à l'air libre : le résidu, sorte de magma de consistance cireuse, est parsemé de petits cristaux brillants, d'un aspect métallique, analogue à celui de l'iode. Les matières cireuses se dissolvant assez facilement dans l'éther anhydre, il suffit de traiter par une petite quantité de ce liquide pour isoler les

(¹) Bougarel, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXVII; 1877.

(²) Expériences que j'ai faites en 1884 au laboratoire de Chimie appliquée aux corps organiques du Muséum. Je me suis servi d'un appareil construit par M. Carré, permettant de sécher, dans le vide sec, 1^{kg} de feuilles en quarante-huit heures.

cristaux. On les purifie par de nouvelles cristallisations dans la benzine. Ainsi obtenue, la matière rouge orangé se présente en petits cristaux aplatis, rhombiques, brillants et à éclat métallique; en couches minces, ils ont aussi le reflet irisé de certaines couleurs d'aniline; dichroïques, ils sont rouge orangé par transparence et bleu verdâtre par réflexion; il est à remarquer ici que ces deux couleurs sont complémentaires.

» Ces cristaux sont très solubles dans le chloroforme et dans le sulfure de carbone; ils colorent le premier de ces liquides en rouge orangé, le second en rouge de sang; moins soluble dans la benzine, très peu dans l'éther et dans le pétrole léger, la solubilité devient pour ainsi dire nulle dans l'alcool. L'eau, les acides étendus, les alcalis en solution ne les dissolvent, ni ne les attaquent; enfin l'acide sulfurique concentré les dissout en prenant une coloration bleu violet.

» Cette dernière propriété, ainsi du reste que les précédentes, appartenant aussi à la carotine, extraite des carottes, j'ai cru devoir comparer ces deux matières colorantes.

» Les procédés indiqués pour la préparation de la carotine donnent de très faibles rendements, la plus grande partie de la matière colorante restant dans la pulpe de la carotte. En opérant de la façon suivante, j'ai pu extraire la presque totalité de la carotine : les carottes râpées sont soumises à une très forte pression, le suc qui s'écoule est additionné d'un léger excès d'acétate neutre de plomb; il se forme un précipité qui contient une partie de la matière colorante : on le sèche et on l'épuise par le sulfure de carbone. Ce même dissolvant sert à épuiser la pulpe séchée, à basse température. Le sulfure de carbone se colore en rouge foncé en se saturant de carotine : par distillation et évaporation à l'air libre, on obtient, de premier jet, la carotine cristallisée. On la purifie par lavages à l'éther et de nouvelles cristallisations dans la benzine.

» J'ai pu alors constater la parfaite identité de la matière rouge orangé, extraite des feuilles, avec la carotine. J'ai trouvé la même solubilité dans les différents dissolvants, la même forme cristalline, le même point de fusion (168°). Ces deux substances possèdent d'ailleurs la même apparence et les mêmes réactions chimiques. Elles ne sont pas azotées et donnent naissance, sous l'influence de l'eau de chlore, à un composé chloré, blanc, insoluble dans l'eau.

» Husemann a préparé ce composé en partant de la carotine; il lui assigne la formule $C^{18}H^{20}Cl^{4}O$. Je l'ai reproduit à l'aide de la matière rouge orangé des feuilles d'Épinards : je m'en suis assuré par la constatation du

point de fusion (120°). La carotine a été étudiée avec beaucoup de soin par Zeise et par Husemann [1], qui en a établi la formule : $C^{18}H^{24}O$. La carotine se retrouve donc dans les différents organes des végétaux. Elle paraît accompagner la chlorophylle constamment. J'en ai constaté la présence dans les feuilles d'Épinards (*Spinacia glabra* et *oleacera*), de Mûrier (*Morus alba*), de Pècher (*Persica vulgaris*), de Sycomore (Érable, *Acer pseudoplatanus*) [2], de Lierre (*Hedera helix*), dans la racine de Carotte (*Daucus carota*), dans le Potiron (*Cucurbita pepo*) [3].

» La présence simultanée et constante de la carotine et de la chlorophylle dans ces feuilles n'est sans doute pas purement fortuite; il doit exister de certaines relations chimiques entre ces deux substances, relations que nous ne connaissons pas encore. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les analogies et les différences du genre Simœdosaure, de la faune cernaysienne des environs de Reims, avec le genre Champsosaure d'Erquelinnes.* Note de M. **V. Lemoine**, présentée par M. A. Gaudry.

« L'année dernière, j'ai fait connaître, dans deux Notes successives présentées à l'Académie des Sciences, le résultat de mes recherches sur un Reptile non encore décrit et non encore figuré, pour lequel Paul Gervais avait créé la dénomination générique de *Simœdosaure*.

» Le seul point véritablement litigieux de la reconstitution que je proposais consistait dans la détermination des os de la tête. Effectivement, l'allongement tout spécial des mâchoires, la forme conoïdéale des dents à racines creuses présentant des parois plissées s'insérant au fond de la cavité alvéolaire, la présence de ces dents à la fois sur les maxillaires, les prémaxillaires, les palatins et les ptérygoïdiens fournissaient plus de présomptions pour l'adaptation de cette tête à un type poisson qu'à un type reptile. Les autres parties du squelette appartenaient bien nettement à un reptile, et il ne pouvait y avoir à ce sujet que des erreurs secondaires, jusqu'à un certain point excusables, puisqu'il s'agissait là d'un type complètement nouveau.

» M. Dollo vient de publier une première Note sur un squelette presque complet provenant d'Erquelinnes et qu'il croit pouvoir identifier au Rep-

---

[1] Husemann, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXVII.

[2] Observations de M. Bougarel.

[3] Observation de M. Guignet.

tile des environs de Reims. La lecture du travail de M. Dollo, la comparaison attentive que je viens de faire des pièces qu'il figure avec les pièces de ma collection produisent chez moi la conviction que, s'il y a des analogies entre le Reptile des environs de Reims et le Reptile belge, les différences sont plus que suffisantes pour que l'on puisse affirmer qu'il ne s'agit point là du même type générique.

» Je ne puis qu'approuver M. Dollo, quand il n'applique pas au Reptile qu'il étudie le nom de Simœdosaure. Il l'appelle *Champsosaure,* par suite de la concordance complète qu'il reconnaît entre ses déterminations et celles de M. le professeur Cope. On sait que le savant paléontologiste américain a proposé le nom de Champsosaure pour un type dont il a découvert quelques pièces osseuses.

» Le Simœdosaure présente avec le Champsosaure d'Erquelinnes des analogies prouvées par la nature et le mode d'insertion des dents que M. Dollo reconnaît appartenir au type belge. Par suite, il ne peut plus y avoir d'incertitude au sujet de l'authenticité des mâchoires du Reptile rémois. La diagnose de M. Dollo établit également la forme allongée de la tête et de la symphyse de la mandibule, la conformation légèrement amphicélique des vertèbres, la constitution du sacrum, de l'arc pelvien et la conformation générale des membres. La lecture du Mémoire de M. Dollo démontrera qu'à ces divers points de vue il confirme les faits que j'avais précédemment énoncés. Les différences entre les deux types s'accusent par l'examen comparatif de l'axis, de l'atlas, des vertèbres cervicales, dorsales et sacrées, de l'omoplate, du coracoïde et de l'humérus, seules pièces figurées jusqu'ici par M. Dollo. Aucun de ces os n'est identique, et les divergences de conformation sont parfois fort accentuées. Mes assertions, que je ne puis que formuler ici, seront démontrées dans un travail qui va bientôt paraître; je crois, d'autre part, pouvoir établir que le Simœdosaure avait un proatlas et un sternum ossifié. La seule différence réellement démontrée consisterait en ce que j'ai omis dans ma description deux clavicules et un interclavicule que je n'avais pas jusqu'ici rencontrés. M. Dollo, au lieu d'expliquer la divergence de nos descriptions et de nos figures par une différence dans nos matériaux d'étude, identifie à tort le Simœdosaure français avec le Champsosaure belge et m'attribue, par suite, un certain nombre d'erreurs. Je ne puis qu'affirmer ici que les pièces incriminées sont d'une conservation parfaite, supérieure souvent à celle des pièces figurées par M. Dollo. Ce savant a nié la valeur de pièces sur lesquelles il aurait pu parfois trouver la confirmation des faits nouveaux qu'il a observés. Je

citerai comme preuve l'omoplate du Simœdosaure des environs de Reims, qui présente d'une façon fort nette la fossette claviculaire signalée par le paléontologiste belge sur le même os du Reptile d'Erquelinnes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Bruits souterrains entendus le 26 août 1883 dans l'îlot de Caïman-Brac, mer des Caraïbes.* Note de M. **F.-A. Forel**, présentée par M. Cornu.

« Voici d'abord l'observation originale, telle qu'elle m'est adressée par un de mes compatriotes établi au Honduras :

« Au sud de Cuba, par 80° longitude ouest de Greenwich et 20° latitude nord, sont trois îlots connus sous les noms de Gros-Caïman, Petit-Caïman et Caïman-Brac, habités par des pêcheurs de tortues; station de sauvetage pour les naufragés et agences du Lloyd. Au mois d'octobre 1883, comme je me trouvais dans l'île d'Utila, sur la côte du Honduras, les journaux nous entretenaient des grandes éruptions volcaniques du détroit de la Sonde et, en causant avec le capitaine Robert Woodville, qui venait de recevoir des nouvelles des Caïmans, j'appris ce qui suit : Le dimanche, 26 août 1883, les habitants de Caïman-Brac furent surpris d'entendre des bruits comme le roulement lointain du tonnerre; le ciel était cependant serein et leur première idée fut qu'un croiseur espagnol était aux prises avec un flibustier cubain. Ne voyant rien au sud, ils traversèrent l'île en courant au nord; mais de quelque côté qu'ils portassent les regards, ils n'aperçurent ni fumée ni navire. Cependant la canonnade continuait et, en revenant sur leurs pas, ils se convainquirent que ces bruits étaient souterrains. Au premier moment, ils s'attendaient à voir leur îlot s'engloutir ou se transformer en volcan; mais peu à peu, les détonations cessant, leurs craintes se dissipèrent. Ce phénomène extraordinaire n'en fit pas moins les frais de maintes conversations; on n'avait oublié ni le fait ni la date lorsque les journaux publièrent les premières dépêches sur le cataclysme de Krakatoa, et les curieux constatèrent bientôt que les Caïmans et Java sont à peu près aux antipodes l'un de l'autre; les hypothèses alors d'aller leur train.... »

Signé : Edmond Roulet.

» Sans vouloir être trop affirmatif, et sans accepter d'enthousiasme un fait aussi étrange que la propagation des bruits souterrains de l'éruption de Krakatoa à travers la masse entière du globe, j'indiquerai les motifs qui me font accueillir provisoirement cette observation.

» 1° Et d'abord il n'est pas probable que les bruits des Caïmans proviennent de l'un des volcans des continents voisins. D'après M. C.-W.-C. Fuchs [1], il y a eu dans ces parages deux éruptions pendant l'été de 1883. L'Omotepec, l'un des volcans insulaires du lac Nicaragua, est entré en

(1) *Mineral. Mittheil.* de Tschermak, t. VI, p. 185; 1884.

éruption le 19 juin, avec formation d'un nouveau cratère et émission de laves; au mois d'août les laves étaient encore brûlantes. Le Cotopaxi, dans l'État de l'Équateur, a eu, à la fin d'août, une courte, mais violente éruption, accompagnée de terre. La distance directe de Caïman-Brac à ces deux volcans est pour l'Omotepec de 1100^{km}, pour le Cotopaxi de 2300^{km}; il n'y aurait rien d'impossible à ce que les bruits de Caïman-Brac vinssent de l'un ou de l'autre de ces volcans; mais ce n'est pas probable. D'une part, s'il y avait eu dans ces jours-là une énorme éruption, assez bruyante pour être entendue à une aussi grande distance, les journaux en auraient parlé assez pour que les habitants des Caïmans et d'Utila en eussent des nouvelles et n'allassent pas chercher à Krakatoa l'origine des bruits qui les étonnaient. D'une autre part, s'il y avait eu les 26 et 27 août une grande éruption volcanique, la coïncidence avec le cataclysme de Krakatoa, qui préoccupait le monde entier, eût été assez évidente pour attirer l'attention du public, et le fait aurait été depuis longtemps signalé.

» Les bruits des Caïmans pourraient-ils être attribués à une éruption sous-marine d'un volcan voisin, passée inaperçue? Ce n'est pas probable. En effet les Grandes-Antilles, d'où dépendent les Caïmans, ne sont point un territoire volcanique; les régions volcaniques les plus rapprochées sont la côte occidentale de l'Amérique centrale et les Petites-Antilles. Il n'y a, à ma connaissance, aucun fait qui puisse faire soupçonner trace d'activité volcanique dans le voisinage des Caïmans.

» Nous n'avons donc, jusqu'à plus ample informé, aucune raison qui nous fasse attribuer à un phénomène volcanique rapproché les bruits de Caïman-Brac; au contraire, plusieurs faits parlent en faveur de l'hypothèse qui les rapporte à l'éruption de Krakatoa.

» 1° L'éruption de Krakatoa, des 26 et 27 août 1883, a été accompagnée de bruits souterrains décrits dans les îles de la Sonde et les terres avoisinantes comme comparables au son d'une canonnade lointaine, ou au roulement du tonnerre; le caractère des bruits de Krakatoa a été le même que ceux entendus à Caïman-Brac.

» 2° Les bruits souterrains de l'éruption de Krakatoa ont eu une intensité considérable; ils ont été entendus à une distance dépassant tout exemple connu. Les points extrêmes où les explosions ont été entendues sont Ceylan, le Burmah, Manille, Dirch (Nouvelle-Guinée), Perth (Côte occidentale de l'Australie), soit dans un cercle mesurant environ 3300^{km} ou 30° de rayon. Il est vrai que 30° de la circonférence ne représentent que la moitié du rayon terrestre, ou le quart de la distance directe entre Krakatoa et les Caïmans.

» 3° Caïman-Brac est assez près des Antipodes de Krakatoa. En effet, Krakatoa est situé par 105°30′ longitude est de Gr. et 6° latitude sud. Caïman-Brac est par 79°30′ longitude ouest et 19°30′ latitude nord. L'antipode de Krakatoa est donc à 4°30′ plus à l'est et à 13°30′ plus au sud que Caïman-Brac; il est situé au milieu des États-Unis de Colombie, sur le fleuve Madgalena, entre les villes d'Antioquia et de Tunja. Si l'hypothèse énoncée est exacte, serions-nous en présence d'un fait de propagation directe du son, à travers le noyau central de la Terre, ou bien d'un nœud de convergence de diverses sources qui auraient suivi les couches superficielles de l'écorce terrestre et seraient venues interférer de l'autre côté du sphéroïde?

» 4° Le jour où les bruits souterrains ont été entendus aux Caïmans correspond assez bien à ce que nous savons de l'éruption de Krakatoa. En effet, d'après le rapport de M. R.-D.-M. Verbeek (*Nature*, t. XXX, p. 80), les détonations de Krakatoa se sont fait entendre les 26 et 27 août, le maximum du bruit ayant eu lieu dans la matinée du 27 août, à 6^h45^m d'après les observations de Buitenzorg, à 8^h30^m d'après celles de Batavia, à 10^h d'après celles de Telok-Betong. Étant donnée la différence des longitudes, le 27 août, 8^h30^m matin de Batavia, correspond au 26 août, 8^h5^m soir de Caïman-Brac. Si nous admettons une heure environ pour la durée de la transmission du son à travers les 12000^{km} du diamètre terrestre, les plus fortes détonations ont dû être entendues aux Caïmans vers 9^h du soir le 26 août. Malheureusement la Lettre de M. Roulet n'en indique pas l'heure; j'ai prié mon correspondant de compléter son observation sur ce point.

» Sans attendre sa réponse, je crois devoir attirer sans retard l'attention sur ce phénomène; il serait désirable que les habitants des îles et des côtes de la mer des Caraïbes recherchassent dans leurs souvenirs ou dans leurs notes s'ils ont entendu, eux aussi, les bruits signalés à Caïman-Brac.

» Si les rapports soupçonnés entre ces bruits souterrains et l'éruption de Krakatoa pouvaient être confirmés, ce serait un fait des plus importants pour la Physique du globe. Nous sommes déjà débiteurs au cataclysme inconcevable du détroit de la Sonde des phénomènes les plus intéressants : la propagation des vagues aériennes aux baromètres du monde entier, la propagation des vagues marines aux marégraphes d'Europe et d'Amérique, le soleil vert de l'Inde en septembre 1883, les feux crépusculaires de l'automne de 1883, la couronne solaire de 1884 (encore apparente en mars 1885), l'état anormal de la polarisation atmosphérique, la propagation du son jusqu'à 30° de distance du centre des explosions. Si nous devions

étendre cette propagation des ondes sonores jusqu'à la région des antipodes, ce serait certainement un fait d'un très haut intérêt. »

M. Ch. Hauvel transmet à l'Académie les prévisions suivantes, obtenues par sa méthode graphique, pour les températures mensuelles de l'année 1885 et des deux premiers mois de 1886.

	Mois.	Excès sur la moyenne.	Moyenne.	Température du mois.
		°	°	°
1885.	Mars	— 1,6	6,6	5,0
	Avril	— 0,7	9,9	9,2
	Mai	— 3,0	13,9	10,9
	Juin...........	— 5,4	17,2	11,8
	Juillet	— 2,0	19,0	17,0
	Août	— 1,8	18,5	16,7
	Septembre......	— 1,4	15,8	14,4
	Octobre........	— 4,0	11,1	7,1
	Novembre	— 2,6	6,0	3,4
	Décembre	— 0,8	3,4	2,6
1886.	Janvier	0,0	2,6	2,6
	Février	— 1,9	4,4	2,5

M. Daubrée présente à l'Académie, de la part de M. *Michel-Étienne de Rossi*, les trois premiers numéros du *Bulletin décadique de l'Observatoire et Archives centrales géodynamiques de Rome*.

« Dans le but de faire une étude journalière et approfondie de tous les mouvements que peut ressentir le sol, on a établi en Italie des observatoires, qui sont actuellement au nombre de 28, et dont les résultats sont centralisés dans celui de Rome, sous la direction de M. de Rossi. Il ne s'agit pas seulement des tremblements de terre qui sont sensibles, sans le secours d'instruments : on y étudie aussi, et tout particulièrement, les mouvements très faibles qui resteraient tout à fait inaperçus sans le secours d'instruments extrêmement délicats. Comme l'avait déjà reconnu notre savant Confrère M. d'Abbadie, dans l'observatoire qu'il a fondé à Abbadia, près de Hendaye, d'après les variations de la verticale, que l'examen d'un bain de mercure lui avait révélées, le sol éprouve très fréquemment des mouvements en quelque sorte microscopiques. L'importance de ces observations de M. d'Abbadie s'est depuis lors pleinement confirmée.

» Après une introduction dans laquelle sont exposés les renseignements

nécessaires sur la méthode d'observation adoptée pour étudier tous les mouvements du sol, le Bulletin présente les résultats de ces observations; elles sont représentées chaque jour, d'une manière graphique, au moyen de signes conventionnels, sur la carte d'Italie où se trouvent également figurées les lignes isobares du même jour. Ce Bulletin contient en outre le Tableau en chiffres des observations microséismiques et le catalogue de tous les phénomènes pouvant être en relation avec les mouvements du sol et dont l'observatoire a reçu l'indication. On y voit, par exemple, que, dans une partie du mois de janvier dernier, la partie centrale de la péninsule et une partie des Alpes, au nord de Turin, étaient particulièrement ébranlées. Tandis que des bruits étaient signalés du côté de l'Émilie, les microphones séismiques paraissaient très agités dans le système volcanique du Latium et quelquefois à Rome.

» A part les secousses sensibles des tremblements de terre, on distingue, parmi les petits mouvements : 1° les trépidations ou *frémissements* prolongés à grande vitesse (*tremiti*); 2° les ondulations caractérisées, au contraire, par une grande lenteur et que l'on nomme *ondulations microséismiques*.

» Si, dans l'intérieur des villes, il peut y avoir une cause d'erreur dans l'observation des frémissements, à cause des trépidations artificielles qui s'y produisent à tout instant, il n'en est pas de même pour les ondulations microséismiques, lorsque l'instrument est établi avec des précautions suffisantes de solidité.

» Les instruments *avertisseurs* des chocs ou secousses instantanés restent immobiles aussi pour les chocs artificiels, lorsqu'ils reposent sur des bases solides. Seulement le vent, lorsqu'il est exceptionnellement fort, ébranle les édifices et, par suite, fait osciller les pendules de grande longueur qu'on emploie pour les observations microséismiques. Cela est évité si les instruments sont placés sur des piliers spéciaux, bien isolés et établis sur des roches solides.

» A ce Bulletin est joint le programme pour les observations, ainsi que l'indication des instruments employés, séismomètres, tromomètres, microséismographes, et celle des méthodes suivies pour les observations. »

M. Ch. Brame adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note sur « les cyclides et les encyclides ».

M. E. Senet adresse une Note relative à un procédé permettant d'appliquer l'aluminium sur les métaux.

M. Sacc adresse une Note relative à la composition et aux emplois de la feuille de caféier.

MM. Maumené et Romand adressent une Note « sur un cas de guérison du diabète sucré ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. J.

ERRATA.

(Séance du 23 février 1885.)

Page 492, lignes 3 et 4, *au lieu de* $\frac{25}{1000}$ et $\frac{15}{1000}$, *lisez* $\frac{1}{25000}$ et $\frac{1}{15000}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Réaction du brome sur les chlorures et sur l'acide chlorhydrique. — Nouvelle classe de perbromures;* par M. **Berthelot**.

« 1. J'ai fait de nouvelles expériences sur la réaction exercée entre le brome et les chlorures ou l'acide chlorhydrique, afin d'en préciser le caractère, au double point de vue chimique et thermique. Ces expériences établissent que la réaction en question dégage toujours de la chaleur, aussi bien que la réaction inverse. Dans les deux cas, la transformation du système est toujours exothermique : c'est là une question de fait et de mesure calorimétrique, indépendante de toute théorie.

» Elle s'explique par la production des composés secondaires : chlorure de brome, perbromures métalliques, sels doubles ou chlorobromures. Ces derniers se forment spécialement au voisinage du rouge et ils interviennent dans les réactions développées à de hautes températures ; j'en ai établi l'existence, les caractères et la chaleur de formation, dans un travail considérable publié l'an dernier avec M. Ilosvay. Je vais aujourd'hui

mettre en évidence un nouveau groupe de composés secondaires, non soupçonnés jusqu'à présent et formés par l'addition du brome aux chlorures; à la façon des perbromures alcalins que j'ai déjà fait connaître.

» 2. Prenons, par exemple, de l'acide chlorhydrique fumant, d'une densité 1,153, répondant sensiblement aux rapports $HCl + 4,6 H^2O^2$, et ajoutons-y du brome pur : ce liquide s'y dissout en grande quantité. Au bout de quelques minutes d'agitation vers 12°, 100^{cc} de la liqueur primitive ont dissous $36^{gr},4$ de brome. Cette dose augmente un peu avec le temps jusque vers $40^{gr},1$. A ce moment le rapport entre l'acide chlorhydrique et le brome en poids répond à 36,5 : 40,1; soit très sensiblement : $2 HCl + Br$. Je donne ces chiffres pour préciser; ils varient d'ailleurs avec la concentration et la température. La dose de brome ainsi dissoute dans l'acide chlorhydrique concentré est très supérieure à celle qui se dissoudrait dans l'eau pure, soit $3^{gr},2$ pour 100^{cc}. Il est clair qu'il se forme dans ces conditions et par addition un véritable *bromure d'acide chlorhydrique*, comparable au *perchlorure d'hydrogène*, dont j'ai établi l'existence il y a quelques années (1). Ce bromure est d'ailleurs dissocié dans les conditions actuelles, car le brome peut en être séparé à froid par un courant d'air prolongé : circonstance qui montre en outre qu'il ne s'agit pas ici, du moins pour la portion principale, d'un déplacement du chlore par le brome dans l'acide chlorhydrique.

» En effet, un courant d'air froid, dirigé pendant plusieurs heures dans la liqueur, la décolore complètement et lui enlève toute action sensible sur l'iodure de potassium (2); je l'ai alors étendu d'eau et précipité par l'azotate d'argent. $1^{gr},7407$ du précipité sec, traités à chaud par un courant de chlore gazeux pendant plusieurs heures, se sont réduits à $1^{gr},7392$. Cette perte répond à $0^{gr},0027$ de brome déplacé, c'est-à-dire primitivement substitué au chlore dans l'acide chlorhydrique, soit $\frac{1}{300}$ d'équivalent.

» Enfin, j'ai mesuré la chaleur dégagée dans l'action du brome sur l'acide chlorhydrique fumant. J'ai trouvé, à 12° (25^{gr} de brome dans 400^{cc} de liqueur), pour Br liq. = 80^{gr} : $+ 0^{Cal},95$. Ce chiffre est double sensiblement de la chaleur de dissolution (ou de combinaison) du brome liquide dans l'eau pure, soit $+ 0^{Cal},59$ à 11° d'après mes mesures; $+ 0,54$ d'après M. Thomsen, vers 18°.

---

(1) *Annales de Chimie*, 5e série, t. XXII, p. 462; 1881.

(2) L'air, dans les mêmes conditions, ne produit aucune décomposition, c'est-à-dire aucun dégagement de brome libre (transformable en hypobromite par la potasse), lorsqu'on le dirige à travers l'acide chlorhydrique fumant ou étendu, mêlé avec une petite quantité d'acide bromhydrique pur.

» Tous ces chiffres accusent la formation d'un composé spécial, un perbromure d'acide chlorhydrique, qui répondrait sans doute à la formule $HCl + Br^2$, si on pouvait l'obtenir non dissocié. Il est en tout cas comparable au perbromure de potassium que j'ai étudié [1], et au periodure de potassium cristallisé, dont j'ai également mesuré la chaleur de formation.

» Signalons encore le rapprochement suivant :

HCl concentré + Br^2 gazeux dégagerait, d'après les chiffres ci-dessus..... $+9^{Cal},1$

Or j'ai trouvé précédemment, avec un acide de même concentration :

HCl concentré + Cl^2 gazeux.................. $+9^{Cal},4$

On néglige ici la substitution du brome au chlore, laquelle a absorbé $\frac{11,800}{300} = 0^{Cal},04$, tous les corps étant dissous dans l'eau, circonstance qui doit la rendre instantanée. Cette trace de réaction inverse est due à l'existence des composés secondaires et dissociés, parmi lesquels figure le nouveau perbromure. Mais l'action totale réellement observée est exothermique, la substitution n'en représentant qu'une très petite fraction, compensée, et au delà, par la somme thermique des combinaisons simultanées; le tout conformément au principe du travail maximum.

» 3. L'acide chlorhydrique concentré dissout aussi l'iode en proportion beaucoup plus forte que l'eau, ce qui est l'indice d'une combinaison spéciale (periodure). En effet, j'ai trouvé que 1^{lit} de cet acide (densité 1,153) a dissous $6^{gr},04$ d'iode, la liqueur n'étant pas encore saturée; tandis que l'eau pure n'en dissout guère que $0^{gr},14$. Cette dissolution est accompagnée par un dégagement de chaleur très appréciable; quoique la mesure rigoureuse en soit difficile, à cause de la petitesse du nombre observé. Il répondrait à $+3^{Cal}$ environ pour $I = 127^{gr}$; sous toutes réserves.

» 4. On obtient des résultats analogues avec le brome et l'acide chlorhydrique étendu; mais ils sont moins caractérisés qu'avec l'acide concentré, à cause de l'action propre exercée par l'excès du dissolvant sur le brome. Résumons ces observations.

» Une solution renfermant $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique dans 2^{lit} de liqueur a dissous après plusieurs jours $44^{gr},25$ de brome : chiffre qui surpasse de moitié la solubilité du brome dans l'eau pure. Le rapport brut entre le brome et l'hydracide surpasse ici celui de $1^{éq}$ du premier, pour $2^{éq}$ du second, rapport observé avec l'acide concentré : d'où cette conséquence

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 375 et 378.

que, si l'on étend d'eau ce dernier, il ne doit donner lieu à aucune séparation de brome liquide : ce que l'expérience a confirmé.

» La chaleur dégagée a été trouvée sensiblement la même que dans l'eau pure, $+ 0^{Cal},5$, pour le brome liquide. Un courant d'air froid, convenablement prolongé, enlève à cette liqueur diluée tout le brome libre qu'elle renferme ([1]). J'ai recueilli le brome dans une solution de potasse; la liqueur alcaline a été rendue acide et réduite par un mélange d'acide sulfurique étendu et d'acide sulfureux. Puis on a précipité sous forme de sels d'argent les hydracides : 1° dans la liqueur privée de brome par un courant d'air; 2° dans la solution alcaline rendue acide, et réduite par l'acide sulfureux. Les rapports équivalents des deux précipités, rapportés à un même poids d'argent, ont fourni le nombre 1,1051. D'après le rapport initial du brome dissous à l'acide chlorhydrique, on aurait dû avoir 1,1060. La liqueur chlorhydrique a donné un précipité de chlorure d'argent, dans lequel le brome constituait 1,0 centième de l'équivalent total des deux éléments halogènes.

» La liqueur potassique a fourni un précipité de bromure d'argent, contenant près de 2 centièmes d'équivalent de chlore. Il est difficile de préciser absolument ces nombres, le déplacement complet du brome par le chlore dans le chlorure d'argent sec exigeant plusieurs heures, même à chaud, à cause de la formation d'un chlorobromure d'argent très stable, comme j'ai eu occasion de le montrer ([2]). Quoi qu'il en soit, ils montrent que la substitution du brome au chlore dans l'acide chlorhydrique demeure comprise entre de très étroites limites.

» J'ai aussi mesuré la chaleur dégagée dans la réaction du brome liquide sur l'acide chlorhydrique dilué ($1^{éq} = 2^{lit}$). J'ai trouvé $+ 0^{Cal},49$ pour Br liq.; c'est-à-dire sensiblement la même quantité de chaleur qu'avec l'eau pure. Cette quantité devait être accrue de $0^{Cal},12$ environ, si l'on voulait tenir compte de la chaleur absorbée par la substitution d'un peu de chlore par le brome. On voit que la résultante des actions observées est toujours un dégagement de chaleur.

» 5. Voici maintenant des expériences faites sur les chlorures alcalins et sur le chlorure d'argent.

([1]) Le poids de l'acide chlorhydrique entraîné par un courant d'air froid dans une liqueur de cette dilution est négligeable, comme je m'en suis assuré par pesée, après expérience faite sur l'acide chlorhydrique pur.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIX, p. 349.

» Une solution de chlorure de baryum, presque saturée à froid,

$$(450^{gr}\,\mathrm{Ba\,Cl}, 2\,\mathrm{HO} + 1000^{gr}\ \text{d'eau})$$

a dissous 115^{gr} de brome, poids presque quadruple de celui dissous par le même poids d'eau pure. La chaleur dégagée a été trouvée de $+ 0^{Cal},56$ pour Br liq. $= 80^{gr}$.

» Cette liqueur ne précipite pas le brome, par dilution avec l'eau. Elle a été étendue de son volume d'eau, et l'on y a fait passer un courant d'air froid. L'entraînement complet du brome a été beaucoup plus lent qu'avec l'acide chlorhydrique, et l'on n'est pas parvenu, même après plusieurs heures, à une élimination totale ; ce qui atteste la stabilité des dernières traces du perbromure. On a changé en sel d'argent : d'une part le chlore de la liqueur, d'autre part le brome entraîné et condensé dans la potasse. Ce dernier contenait, d'après l'analyse, 1 centième d'équivalent de chlore. On voit combien est faible le déplacement de ce dernier élément. Cette dose répond à une absorption de $- 0^{Cal},11$; la résultante thermique observée étant toujours un dégagement de chaleur.

» La même liqueur de chlorure de baryum a dissous $1^{gr},72$ d'iode, c'est-à-dire douze fois autant que l'eau pure.

» 6. Une solution de chlorure de strontium presque saturée

$$(400^{gr}\,\mathrm{Sr\,Cl}, 6\,\mathrm{HO} + 1000^{gr}\ \text{d'eau})$$

a dissous 92^{gr} de brome, trois fois autant que l'eau pure. Chaleur dégagée : $+ 0^{Cal},50$ pour Br liq. $= 80^{gr}$. Cette liqueur s'est comportée exactement comme la solution du chlorure de baryum, sous l'influence d'un courant d'air froid. Le brome ainsi entraîné et condensé dans la potasse contenait 1,2 centième d'équivalent de chlore. Ce faible déplacement avait absorbé $- 0^{Cal},13$, chiffre qu'il conviendrait d'ajouter avec le signe contraire aux $+ 0^{Cal},50$ signalés ci-dessus. En tout cas, l'action d'ensemble observée est exothermique.

» La même liqueur de chlorure de strontium a dissous $1^{gr},30$ d'iode, neuf fois autant que l'eau pure.

» 7. Enfin j'ai opéré avec du chlorure d'argent pur ($21^{gr},5$), précipité fraîchement, lavé à l'abri de la lumière par décantation et exempt de toute réduction. Ce sel, tout humide, a été mis en suspension dans 600^{cc} d'eau ; agité avec du brome liquide, il a dégagé $+ 0^{Cal},50$ pour $\mathrm{Br} = 80^{gr}$ dissous. Il retient ensuite le brome avec une grande opiniâtreté, à la façon d'un composé en partie dissocié, et il demeure indéfiniment en émulsion. Cependant

un courant d'air froid très prolongé élimine presque en totalité le brome. On en a complété la séparation dans le vide, puis on a desséché le sel obtenu définitivement. Il renfermait 2 centièmes d'équivalent de chlore : ce qui répond à une absorption de $0^{Cal},23$. Mais le résultat total des actions observées est un dégagement de chaleur.

» 8. En résumé, l'acide chlorhydrique et les chlorures très concentrés dissolvent le brome en quantité considérable et avec dégagement de chaleur : double circonstance qui atteste l'existence de combinaisons formées par addition (perbromures de chlorures). Ces combinaisons sont accompagnées par la substitution d'une très petite quantité de chlore par le brome, substitution qui répond à un phénomène secondaire et négligeable dans les conditions ordinaires. Elle est accomplie au milieu d'un ensemble de réactions directes, donnant lieu à un dégagement de chaleur très supérieur à l'absorption que produirait la substitution, si elle avait lieu isolément. Ce serait donc *une erreur de fait* que d'affirmer que cette substitution, si peu importante d'ailleurs, développe, dans les conditions où elle s'accomplit réellement, un phénomène endothermique.

» Le déplacement direct du brome par le chlore est la réaction fondamentale : les chimistes l'avaient seule envisagée et regardée même comme exclusive, au point de l'utiliser dans l'analyse, jusqu'à ces dernières années. Elle est exothermique, comme toute réaction directe et simple. Cependant, on peut observer une trace de la réaction inverse, c'est-à-dire du déplacement du chlore par le brome. Mais ce déplacement accessoire n'est pas simple. Au contraire, j'ai établi par de nombreuses expériences qu'il est subordonné à la formation de certains composés secondaires, tels que le chlorure de brome, les perbromures de bromures, les perbromures de chlorures que je viens de signaler, enfin les chlorobromures métalliques. Les uns de ces composés existent surtout à basse température, quoiqu'on puisse encore en constater l'existence jusqu'au rouge (periodure de potassium); les autres, tels que les chlorobromures doubles, se forment et interviennent principalement vers le rouge, d'après les expériences que j'ai publiées avec M. Ilosvay.

» Ces composés divers étant dissociés en partie, dans les conditions mêmes où ils prennent naissance, leur dissociation donne lieu à des équilibres entre le chlore et le brome et règle la proportion de ces équilibres, conformément aux lois générales de la Thermochimie. Dans tous les cas, il importe d'observer que la formation de ces composés et la faible substitution simultanée qu'ils déterminent fournissent en définitive, et comme

somme totale de la métamorphose accomplie, un dégagement de chaleur. C'est là une question de fait, indépendante de toute théorie.

» J'avais déjà exposé une démonstration expérimentale analogue [1] pour deux actions inverses du même ordre, celle du chlorure d'argent sur le bromure de potassium, action normale, fondamentale; et celle du bromure d'argent sur le chlorure de potassium, action accessoire, subordonnée aussi à certaines formations secondaires de sels doubles. Dans toutes ces réactions directes et inverses, telles qu'elles s'accomplissent, je le répète, l'observation établit qu'il y a pareillement dégagement de chaleur, et, dès lors, vérification complète du principe du travail maximum. »

ZOOLOGIE. — *Comparaison morphologique de la Limace et de la Testacelle;* par M. **H. de Lacaze-Duthiers**.

» Le plan d'organisation d'une Limace quelconque (*Limax agrestis, L. cinereus, L. gagates*, etc.) ne diffère guère au fond de celui d'une Testacelle (*Testacella haliotidea, T. Maugey*), et cependant, quand on considère ces animaux, on est frappé des différences considérables que présente leur extérieur.

» Mon dessein est de ramener ces deux formes au même plan morphologique en recherchant, à l'aide de la loi des connexions, les parties homologues, c'est-à-dire de même nature. Pour arriver à un résultat certain, il faut, partant du système nerveux central, s'assurer d'abord de l'identité de sa composition dans les deux cas, puis remonter par la connaissance des nerfs et leur distribution jusqu'aux parties qui se correspondent et sont morphologiquement les mêmes.

» M. Fischer, dans une étude déjà ancienne, avait décrit le collier œsophagien des Testacelles; j'en avais moi-même publié un dessin, mais nous l'avions interprété un peu différemment; toutefois, dans son travail publié en collaboration avec M. Gassies, le savant aide-naturaliste du Muséum a fort exactement observé et indiqué les particularités des mœurs de ces animaux.

» Limaces et Testacelles ont un triple collier œsophagien, formé comme toujours, dans les Gastéropodes, par l'union de quatre centres distincts.

» Mais, entre les Testacelles et les Limaces, il existe, quant à l'ampleur du

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIX, p. 285.

collier, des différences semblables, et pour les mêmes raisons, à celles précédemment signalées entre les Gadinia et les Ancyles.

» Le bulbe lingual est très gros dans la Testacelle; il doit passer au travers du collier pour s'évaginer lorsque l'animal veut saisir sa proie vivante, qui lui échapperait s'il n'enfonçait ses crocs dans la peau de sa victime.

» Chez les Limaces, au contraire, la radula s'évagine peu ou point; elle ne le fait que tout juste assez pour que ses dents puissent râper la surface des substances alimentaires dont elle veut se nourrir.

» De ces conditions résulte un arrangement des ganglions en rapport avec les mouvements étendus ou limités de l'appareil buccal. Dans la Testacelle comme dans le Gadinia, les connectifs, unissant les divers ganglions antérieurs aux ganglions postérieurs cérébroïdes, sont très longs, et au contraire, dans les Limaces, comme dans l'Ancyle, ils sont relativement courts.

» Nous retrouvons donc ici, comme dans les cas précédents, non seulement la même disposition, mais encore la même facilité ou la même difficulté à analyser les centres nerveux, suivant que la dissociation des amas ganglionnaires, conséquence de leur éloignement, est plus ou moins accentuée.

» Dans cette étude il ne sera question que d'une partie du collier, de celle que je considère comme caractéristique du groupe gastéropode, c'est-à-dire du *centre asymétrique*, ou *centre antérieur moyen*.

» Ce centre, placé, comme toujours, en avant de l'œsophage et en arrière du centre pédieux, mais ici un tout petit peu plus bas, est formé de cinq ganglions bien limités, unis par une commissure, et disposés en série transversale non interrompue. Cette série est masquée chez la Limace par un chevauchement des ganglions les uns sur les autres, chevauchement qu'explique le peu d'étendue de la face postérieure des ganglions pédieux; la commissure du centre asymétrique se plisse, et l'un des amas ganglionnaires descend au-dessous des autres. Il est nécessaire, pour se rendre un compte exact des choses et reconnaître la disposition, d'employer les réactifs et les procédés de technique histologique.

» Chez la Testacelle les cinq ganglions forment un arc à concavité supérieure et ne sont point déplacés, ils restent très évidents.

» Quant à l'extérieur, la différence des formes des deux animaux frappe à première vue. La Testacelle porte à son extrémité inférieure une petite coquille comme un ongle, disent les jardiniers qui la rencontrent à certaines époques sous leurs pots de fleur ou dans la terre. Cette extrémité

inférieure, obtuse, relativement élargie, termine brusquement le corps, tandis que, au contraire, chez les Limaces elle est allongée, pointue, quelquefois même effilée.

» On sait que, lorsque ces dernières sont en mouvement et rampent tranquillement, on voit se dessiner sur leur dos, vers le tiers supérieur de leur longueur, une sorte de bouclier ovale, que tous les malacologistes considèrent comme représentant le manteau; car au-dessous de lui est la chambre respiratoire.

» Rien de semblable n'existe dans la Testacelle : entre sa tête et sa coquille, le corps est lisse et ne présente pas de disque analogue à ce bouclier dorsal. Mais, sous sa petite coquille, est une duplicature de la peau que l'on doit regarder à bon droit comme ayant sécrété le test et par conséquent comme étant aussi le manteau.

» Chez les Limaces, la coquille ne paraît pas; elle est cependant représentée tantôt par des granulations calcaires internes, contenues dans l'épaisseur du bouclier, tantôt par une lamelle de nature également calcaire, rappelant beaucoup mieux une vraie coquille.

» Comment déterminer avec précision l'homologie de parties aussi dissemblables par leur apparence extérieure, par leur position et leurs relations?

» Je n'indiquerai, dans ce court résumé, que quelques points importants, sans décrire minutieusement les origines et le mode de distribution de tous les nerfs.

» Le centre asymétrique, cela a été déjà établi, innerve le manteau. Dans les cas qui nous occupent, il doit dès lors envoyer des nerfs aussi bien au bouclier de la Limace qu'à la duplicature de la coquille de la Testacelle. C'est en effet ce qu'il est toujours possible de constater; en outre, les organes de la respiration, de la circulation et de la reproduction, sauf l'organe copulateur mâle, sont régulièrement innervés par lui.

» Les nerfs palléaux nous occuperont seuls. Ils naissent à droite et à gauche des deux ganglions, non pas les premiers de chaque côté, mais les seconds, et se rendent pour s'y ramifier dans les deux parties correspondantes du bouclier.

» Le ganglion médian, le cinquième, impair, si l'on partage le centre asymétrique en deux groupes, formés l'un à droite, l'autre à gauche de deux ganglions, fournit les nerfs génitaux et le palléal postérieur ou inférieur qui se rend au-dessous de l'orifice respirateur placé sur le bord droit du bouclier.

» On le voit, le nombre des nerfs diffère à droite et à gauche, et c'est là un caractère évident d'asymétrie. Par cela même l'animal est dextre.

» Les ganglions, le premier de la série, l'un à droite et l'autre à gauche, ne fournissent ordinairement pas de nerfs; ils concourent plutôt à la formation du centre par leur nombre que par le rôle qu'ils jouent dans l'innervation. Je reviendrai ultérieurement sur cette condition importante, faisant en ce moment toute réserve à ce sujet.

» Remarquons que les nerfs palléaux s'arrêtent tous dans le bouclier du manteau et que pas une seule de leurs ramifications terminales n'en dépasse en haut ou en bas les limites.

» Dans la Testacelle, les choses sont en apparence bien différentes, et cependant on peut les ramener à une identité complète.

» Le manteau, fort réduit, déborde un peu la coquille, elle-même très petite, et il n'offre pas une étendue suffisante pour abriter un organe pulmonaire développé; aussi, dans l'intérieur même du corps, la cavité du poumon se prolonge très haut, en une grande poche à parois minces, constituant une chambre respiratoire, destinée à suppléer à l'insuffisance de l'enveloppe palléale.

» Ici il faut compter cinq nerfs destinés au manteau ou à la cavité respiratoire.

» Les deux plus externes, l'un à droite et l'autre à gauche, s'arrêtent et se ramifient dans les parois des deux culs-de-sac profonds de la chambre respiratoire. Les trois autres vont, un dans la partie gauche, deux dans la partie droite du manteau.

» A part le nombre, ces nerfs sont identiques par leur origine et leur distribution à ceux qui existent chez la Limace.

» Pas un seul d'entre eux n'envoie l'une de ses ramifications terminales dans une partie du corps autre que l'enveloppe palléale.

» Si l'on admet ce principe, dont la valeur ne semble pas contestable, savoir : que des organes de même nature sont innervés par des centres et des nerfs homologues, ici l'identité des connexions conduit à reconnaître l'homologie du bouclier de la Limace et de la partie sous-coquillière de la Testacelle, et cela malgré la différence de la forme et de la situation.

» Mais une autre question se présente, non moins intéressante. Que sont ces parties du corps inférieures au bouclier de la Limace et supérieures à la coquille de la Testacelle? Dans un cas, l'espace compris entre la tête et le bouclier est fort peu étendu; dans l'autre, au contraire, il représente à lui seul les neuf dixièmes de la longueur totale. Dans la Limace, les Lima-

çons et beaucoup d'autres Gastéropodes, cette partie est désignée avec raison par le nom de *cou;* faut-il appeler ainsi et considérer comme tels ces neuf dixièmes du corps de la Testacelle? Enfin, comment faut-il, au point de vue morphologique, interpréter cette partie considérable de la Limace située au-dessous de son bouclier et qui, au premier abord, semble former à peu près tout son corps?

» Ces questions trouvent dans la fixité des connexions nerveuses une solution aussi simple que précise.

» Les nerfs du cou ne dépendent pas des centres asymétrique et cérébroïdes. Ils naissent vers le point d'attache des connectifs unissant le centre pédieux aux autres centres [1]. Ce qu'il importe d'établir en ce moment, c'est que le cou de la Limace et toute la partie du corps qui, chez la Testacelle, s'étend de la coquille à la tête, reçoivent des nerfs identiques par leur origine. Ce sont donc des parties homologues, et nous sommes conduit à ce résultat curieux, que la presque totalité du corps de la Testacelle est représentée par un cou, démesurément développé.

» Considérons maintenant la partie inférieure du corps de la Limace, celle qui se voit au-dessous de son bouclier, et comparons-la à son homologue chez la Testacelle. Les proportions sont renversées : dans cette dernière la partie est relativement d'une brièveté excessive, elle est pour ainsi dire atrophiée; dans la première, au contraire, elle constitue à peu près les deux tiers inférieurs du corps, si ce n'est plus. Or, en recherchant comment elle est innervée, on arrive à cette conclusion, qu'elle est une dépendance du pied, parce que tous ses nerfs naissent directement des ganglions pédieux.

» Si donc, à ce nouveau point de vue, nous opposons ces deux types nous voyons que : dans la Testacelle, le manteau et la cavité respiratoire étant devenus inférieurs et fort petits, les viscères qui ordinairement leur correspondent, ne trouvant plus place au-dessous d'eux, remontent dans le cou et s'y logent; que, dans la Limace, à l'inverse, le pied se développant en une sorte de grand sac, les viscères divers, organes de la digestion ou de la reproduction, descendent et tombent dans son intérieur.

» C'est le développement du cou qui prédomine dans un cas, c'est l'agrandissement du pied qu'on observe dans l'autre.

» D'après ce qui précède, n'est-il pas évident que les homologies déter-

---

[1] Dans le travail qui suivra sur l'ensemble du système nerveux des Gastéropodes, cette origine sera nettement définie; je fais donc à ce sujet toute réserve.

minées, à l'aide des connexions, peuvent conduire seules à la connaissance exacte de la nature des organes, que cette nature peut être masquée souvent par des formes analogues trompeuses, et que la précision de la nomenclature zoologique ne peut être obtenue que par des études du genre de celles dont on voit ici un exemple. En effet, pour donner le même nom à des organes que l'on croit identiques, il ne suffit pas de considérer leur apparence extérieure, il faut déterminer leur nature réelle.

» Une dernière remarque en terminant.

» Les mœurs des Testacelles sont totalement différentes de celles des Limaces : celles-ci se nourrissent de végétaux ; celles-là, au contraire, font la chasse aux vers de terre qu'elles poursuivent en se glissant jusque dans leurs galeries profondes.

» Pour atteindre sa proie, la Testacelle est souvent obligée de pénétrer dans des canaux fort étroits; et ses instincts de carnassier la poussent même à fouiller la terre pour rechercher directement les vers. Lorsqu'elle creuse le sol, ou lorsqu'elle veut descendre dans les galeries des vers, elle doit s'allonger, s'étirer pour ainsi dire comme pour passer à la filière.

» Que l'on imagine la Limace devenue carnassière, cherchant à pénétrer dans les tubes étroits pour y trouver sa proie : elle ne pourrait d'abord s'introduire complètement dans ces conduits disproportionnés pour sa taille; sa tête, son cou, s'allongeant assez sans doute, lui permettraient un commencement d'introduction; mais son bouclier, étant d'autre mesure, resterait à la porte et s'opposerait à une pénétration complète. Que l'on imagine encore des efforts incessamment renouvelés dans le même but pendant de longues périodes et l'on arrivera à concevoir que des Limaces se soient transformées un peu d'abord, beaucoup par la suite, en transmettant à leurs descendants, par voie d'hérédité, des caractères acquis par le changement de leurs mœurs; on sera conduit nécessairement à penser qu'elles ont subi peu à peu et successivement des modifications profondes dans leur forme extérieure; que leur bouclier, refoulé insensiblement mais progressivement en bas par l'effet des efforts réitérés de pénétration, aura fini par devenir inférieur; qu'enfin leur cou, prenant des proportions considérables, la forme Testacelle sera dérivée de la forme Limace à la suite de ces luttes réitérées entre l'animal et les conditions physiques du milieu où il a dû chercher son aliment.

» En partant donc d'une hypothèse, en acceptant toutes ses conséquences, il semble logique d'expliquer les conditions organiques très différentes dont il vient d'être question. Mais, est-il besoin de le remarquer? il

importerait de prouver d'abord les faits supposés vrais et ayant servi de point de départ? »

CHIMIE. — *Sur la solubilité du sulfure de carbone et sur celle du chloroforme;* par MM. G. **Chancel** et F. **Parmentier**.

« En complétant nos recherches sur la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau, recherches dont nous avons donné les premiers résultats (*Comptes rendus*, 24 novembre 1884), nous sommes arrivés aux nombres suivants :

T.	CS^2 par litre de dissolution.
	gr
0	2,04
5	1,99
10	1,94
15	1,87
20	1,79
25	1,69
30	1,55
35	1,37
40	1,11
45	0,70
49	0,14

» On voit, d'après ce Tableau, que la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau diminue à mesure que la température s'élève. Le sulfure de carbone se conduit, au point de vue de sa solubilité, comme le font les gaz qui n'ont aucune action chimique sur leur dissolvant; cependant ce corps forme avec l'eau plusieurs hydrates, peu stables, il est vrai. Quand on chauffe une dissolution de sulfure de carbone, on voit cette dissolution se troubler; à l'ébullition, tout le sulfure de carbone est entraîné avec les premières portions du liquide qui distille, et il se sépare en majeure partie de la petite quantité d'eau qui passe en même temps que lui au début de la distillation. Pour avoir tout le sulfure de carbone contenu dans 1^{lit} de dissolution, il suffit de recueillir une vingtaine de centimètres cubes de liquide.

» Nous nous sommes demandé si les liquides analogues au sulfure de carbone, c'est-à-dire regardés comme insolubles dans l'eau à cause de leur faible solubilité, formant avec l'eau des hydrates, peu stables, et s'échappant en totalité par la distillation de leurs solutions avec les pre-

mières fractions du liquide distillé, jouissent tous de la propriété d'être de moins en moins solubles quand la température s'élève.

» Le chloroforme se trouve dans ces conditions; de plus, ce corps peut se doser facilement en présence de l'eau, ainsi que nous l'avons fait voir (*Comptes rendus*, 5 janvier 1885).

» Voici les résultats auxquels nous sommes arrivés pour la solubilité du chloroforme dans l'eau, en dosant directement le chloroforme dissous :

T.	$CHCl^3$ par litre de dissolution.
°	gr
0	9,87
3,2	8,90
17,4	7,12
29,4	7,05
41,6	7,12
54,9	7,75

» On voit, d'après ces nombres, que la loi de solubilité dans l'eau n'est pas la même pour le chloroforme que pour le sulfure de carbone. Tandis que le sulfure de carbone se dissout de moins en moins quand on élève la température, le chloroforme présente une solubilité décroissante depuis 0° jusque vers 30°, puis croissante jusque vers son point d'ébullition.

» Ce fait d'un minimum de solubilité pour un liquide tel que le chloroforme nous a paru si curieux, que nous nous sommes attachés à le mettre en évidence par d'autres procédés que par le dosage du chloroforme. En particulier, nous avons déterminé les densités à 0° des dissolutions de chloroforme produites à diverses températures.

» Le chloroforme étant, d'après nos expériences, plus soluble à 0° qu'à toute autre température, les diverses manipulations nécessaires à ces déterminations de densités peuvent se faire sans que l'on précipite de chloroforme.

» Les densités que nous donnons ont été calculées en tenant compte de la dilatation de l'enveloppe, des poussées de l'air, et ont été rapportées à l'eau à 4°.

T.	D.
0	1,00398
17,4	1,00284
29,4	1,00280
41,6	1,00284
54,9	1,00309

» On voit, d'après ces nombres, qu'il y a un minimum de densité vers la température de 30°, de même que le dosage du chloroforme donne une solubilité minima vers la même température. Nous ferons remarquer que la densité trouvée est plus forte que la densité moyenne de l'eau et du chloroforme en présence. Il y a contraction pendant la dissolution du chloroforme dans l'eau.

» Nous avons encore mis en évidence le fait d'un minimum de solubilité du chloroforme dans l'eau au moyen des expériences suivantes, expériences qui peuvent être facilement répétées dans un cours.

» Quand on fait chauffer des dissolutions aqueuses de chloroforme ou de sulfure de carbone, dissolutions faites vers la température de 4°, on voit le liquide, d'abord limpide, se troubler par suite de la production d'une infinité de gouttelettes qui s'élèvent dans la masse à la façon de nuages. Bientôt tout le liquide devient trouble. Mais tandis que le trouble, quand on opère avec du sulfure de carbone, persiste jusqu'au moment où ce liquide a été chassé presque complètement par l'ébullition, on voit la liqueur contenant le chloroforme s'éclaircir brusquement vers la température de 50°. A ce moment le liquide n'a laissé échapper qu'une petite quantité du chloroforme qu'il contenait primitivement.

» D'autre part, si l'on prend une dissolution de chloroforme saturée à 59°, et bien claire, et qu'on la laisse refroidir en empêchant l'évaporation de la masse, on voit le liquide se troubler, puis redevenir clair quand la température est suffisamment basse. Cette dernière expérience peut se faire facilement en remplissant complètement, par aspiration, une pipette que l'on bouche rapidement à ses deux extrémités et qu'on laisse refroidir à l'air.

» Enfin une dissolution faite au voisinage de 30° ne se trouble ni par une élévation ni par un abaissement de sa température.

» Pour nous résumer, nous dirons qu'une dissolution aqueuse de chloroforme saturée à 4° se trouble, par précipitation de chloroforme, quand on élève sa température; qu'une dissolution saturée à 59° se trouble par refroidissement; qu'une dissolution saturée vers 30° ne se trouble ni par refroidissement, ni par échauffement.

» Les résultats que nous avons donnés ont été obtenus en l'absence d'hydrate formé. Quand on détermine la teneur en chloroforme d'un liquide surnageant de l'hydrate à 0°, on trouve $7^{gr},40$ de chloroforme par litre de dissolution. Si donc on trace la courbe de solubilité du chloroforme de 0° à 60°, en partant d'un liquide contenant de l'hydrate, on

trouve que cette courbe présente un maximum vers 2°, un minimum vers 30°.

» Le chloroforme avec lequel nous avons opéré a été préparé au moyen du chloral. Le produit, rectifié avec soin, a passé entièrement à la distillation, sans variation du thermomètre, à la température de 60°,9 ($H_0 = 754^{mm}$), la colonne du thermomètre plongeant entièrement dans la vapeur.

» La densité de ce chloroforme et les volumes déduits de ces densités ont été trouvés les suivants :

T.	D.	V.
0	1,5261	1,00000
5	1.5168	1,00613
10	1,5075	1,01234
15	1,4981	1,01869
20	1,4888	1,02506
25	1,4793	1,03171
30	1,4698	1,03830
35	1,4603	1,04506

» Ces densités ont été déterminées à plusieurs reprises et les nombres trouvés ont été absolument concordants pour les décimales que nous donnons. On les a calculées en les rapportant à l'eau à 4°, en tenant compte des poussées de l'air ambiant et de la dilatation de l'enveloppe, dilatation qui a été déterminée par des expériences préliminaires.

» On voit que la dilatation moyenne du chloroforme pur entre 0° et 35° est de 0,00129. Isidore Pierre (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 210) a trouvé le nombre 0,00124. Le chloroforme sur lequel il avait opéré bouillait à 63°,5 sous la pression de $772^{mm},52$ et avait été préparé par le procédé de Soubeiran. »

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie que les restes de M. *Al. Cialdi* seront transportés de Rome à Civita-Vecchia, sa patrie, le lundi 23 mars.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. Girardin.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Lechartier obtient.	44	suffrages.
M. Baillet »	1	»

Il y a deux bulletins nuls.

M. **Lechartier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. Schwann.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Hannover obtient.	41	suffrages.
M. Lister »	5	»
M. Panum »	3	»

M. **Hannover**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1885.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Bordin (*Étude générale du problème des déblais et remblais de Monge*) : MM. Hermite, Jordan, Bertrand, Darboux et O. Bonnet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Lévy et Phillips.

Prix Francœur : MM. Bertrand, Hermite, O. Bonnet, Darboux et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Jordan et Bouquet.

Prix extraordinaire de six mille francs : MM. Jurien de la Gravière, Pâris, de Jonquières, Mouchez et Bouquet de la Grye réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Tresca et Resal.

Prix Poncelet : MM. Hermite, Bertrand, Phillips, Darboux et O. Bonnet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Tresca et Bouquet.

Prix Montyon (Mécanique) : MM. Phillips, Tresca, Lévy, Rolland et Resal réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Saint-Venant et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey : MM. Jurien de la Gravière, Rolland, Pâris, Tresca, Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Bouquet de la Grye et Mouchez.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *De l'influence des perturbations dans la détermination des orbites.* Note de M. E. Vicaire.

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

« La détermination de la position et de la vitesse d'un astre d'après les observations dépend essentiellement de la loi admise pour son mouvement. Je me suis proposé de rechercher comment les forces perturbatrices peuvent affecter la distance à la Terre et les premiers éléments.

» Soient

ρ cette distance;

α, β, γ ses cosinus directeurs;

X, Y, Z; X', Y', Z' les accélérations que la Terre et l'astre considéré, une comète par exemple, reçoivent parallèlement à des axes fixes ou en translation.

» Les équations du mouvement relatif

$$\frac{d^2(\rho\alpha)}{dt^2} = X' - X, \quad \frac{d^2(\rho\beta)}{dt^2} = Y' - Y, \quad \frac{d^2(\rho\gamma)}{dt^2} = Z' - Z$$

donnent, en développant les dérivées, trois équations du premier degré en ρ, $\frac{d\rho}{dt}$, $\frac{d^2\rho}{dt^2}$. Si l'on désigne par Δ le déterminant formé avec α, β, γ et leurs dérivées du premier et du second ordre, si l'on pose, en outre,

$$d\sigma = \sqrt{(\beta\,d\gamma - \gamma\,d\beta)^2 + (\gamma\,d\alpha - \alpha\,d\gamma)^2 + (\alpha\,d\beta - \beta\,d\alpha)^2}$$
$$= \sqrt{d\alpha^2 + d\beta^2 + d\gamma^2},$$
$$a = \frac{\beta\,d\gamma - \gamma\,d\beta}{d\sigma}, \quad b = \frac{\gamma\,d\alpha - \alpha\,d\gamma}{d\sigma}, \quad c = \frac{\alpha\,d\beta - \beta\,d\alpha}{d\sigma},$$

on obtient

$$\Delta.\rho = \frac{d\sigma}{dt}\left[a(X' - X) + b(Y' - Y) + c(Z' - Z)\right].$$

» En ne considérant pas d'autres forces que les actions mutuelles du Soleil M, de la Terre m et de la comète m', les coordonnées et les rayons vecteurs héliocentriques de ces dernières étant x, y, z, r, x', y', z', r', on trouve sans peine

$$X' - X = M\left(\frac{x}{r^3} - \frac{r'}{r'^3}\right) - (m + m')\,\frac{x' - x}{\rho^3}$$

et de même

$$Y' - Y, \ Z' - Z;$$

puis, eu égard à la relation

$$ax' + by' + cz' = ax + by + cz + \rho(a\alpha + b\beta + c\gamma) = ax + by + cz,$$
$$\Delta.\rho = M\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{r'^3}\right)(ax + by + cz)\,\frac{d\sigma}{dt}.$$

» Si, au lieu de tenir compte de toutes les actions mutuelles des trois corps, on attribue à la Terre et à la comète le mouvement elliptique (ou parabolique) que chacune d'elles posséderait si l'autre n'existait pas, le facteur $M\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{r'^3}\right)$ est remplacé par $\frac{M + m}{r^3} - \frac{M + m'}{r'^3}$.

» Jointe à la relation

$$r'^2 = r^2 + \rho^2 - 2\rho(\alpha x + \beta y + \gamma z) = r^2 + \rho^2 - 2r\cos\psi,$$

dans laquelle ψ est la distance angulaire des positions du Soleil et de la comète, cette équation permet de déterminer ρ.

» Si la Terre et la comète sont, en outre, sollicitées par des forces quelconques dont les composantes aient pour différences U, V, W, il faut ajouter au second membre l'expression $(aU + bV + cW)\,\frac{d\sigma}{dt}$. Soient $\delta\rho$

et $\delta r'$ les petites corrections qu'il faut ajouter en même temps à ρ et à r'; nous aurons par différentiation

$$r'\,\delta r' = (\rho - r\cos\psi)\,\delta\rho,$$

$$\left[\Delta - \frac{M}{r'^5}(\rho - r\cos\psi)(ax+by+cz)\frac{d\sigma}{dt}\right]\delta\rho = (aU + bV + cW)\frac{d\sigma}{dt}.$$

» Les mêmes équations du premier degré, additionnées après avoir été multipliées respectivement par $\frac{d\alpha}{dt}$, $\frac{d\beta}{dt}$, $\frac{d\gamma}{dt}$, donnent, par des transformations faciles,

$$2\frac{d\rho}{dt}\frac{d\sigma}{dt} + \rho\frac{d^2\sigma}{dt^2} = (X'-X)\frac{d\alpha}{d\sigma} + (Y'-Y)\frac{d\beta}{d\sigma} + (Z'-Z)\frac{d\gamma}{d\sigma}.$$

» De là nous tirons :

» 1° Pour le mouvement simple considéré d'abord,

$$2\frac{d\sigma}{dt}\frac{d\rho}{dt} = -\rho\frac{d^2\sigma}{dt^2} + M\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{r'^3}\right)\frac{x\,d\alpha + y\,d\beta + z\,d\gamma}{d\sigma};$$

» 2° Pour la correction relative au mouvement troublé,

$$2\frac{d\sigma}{dt}\,\delta\frac{d\rho}{dt} = \delta\rho\left[-\frac{d^2\sigma}{dt^2} + \frac{M}{r'^5}(\rho - r\cos\psi)\frac{x\,d\alpha + y\,d\beta + z\,d\gamma}{d\sigma}\right] + \frac{U\,d\alpha + V\,d\beta + W\,d\gamma}{d\sigma}.$$

$aU + bV + cW$ représente la différence géométrique des forces perturbatrices projetée sur la normale au plan mené par la Terre tangentiellement à l'orbite apparente. Si elle est nulle, et dans ce cas seulement, la correction $\delta\rho$ du rayon vecteur géocentrique sera nulle.

» C'est ce qui aura lieu approximativement, à cause de la petitesse des inclinaisons, pour l'action perturbatrice d'une planète, si l'astre observé est aussi une planète.

» Cela aurait lieu rigoureusement pour l'action d'un milieu résistant si la vitesse relative de la comète et du milieu tombait dans le plan tangent à l'orbite apparente, et approximativement, dans tous les cas, si, le milieu étant en repos, la comète passait très près du Soleil; en effet, la vitesse de celle-ci l'emportant alors beaucoup sur celle de la Terre, sa direction, identique, en ce cas, à celle de la force perturbatrice, s'écarterait très peu de celle de la vitesse relative par rapport à la Terre.

» Ainsi, la vitesse périhélie de la grande comète de 1882 égalait environ 16 fois celle de la Terre.

» Il est intéressant de constater qu'une force perturbatrice même consi-

dérable peut, en beaucoup de cas, ne pas affecter sensiblement le calcul de la position initiale de la comète.

» La somme $U\frac{d\alpha}{d\sigma} + V\frac{d\beta}{d\sigma} + W\frac{d\gamma}{d\sigma}$ représente la force perturbatrice relative projetée sur la tangente à la trajectoire apparente. Si cette composante est nulle en même temps que la précédente, c'est-à-dire si la force est dirigée suivant le rayon vecteur géocentrique, on aura simultanément

$$\delta\rho = 0 \quad \text{et} \quad \delta\frac{d\rho}{dt} = 0.$$

» Dans ce cas, et dans ce cas seulement, les éléments déterminés dans l'hypothèse du mouvement elliptique, ou dans l'hypothèse peu différente admise ci-dessus, seront les éléments osculateurs du mouvement troublé.

» Des valeurs de $\delta\rho$ et de $\delta\frac{d\rho}{dt}$, on passe facilement aux corrections des éléments. »

VITICULTURE. — *Les badigeonnages et les charrues sulfureuses : réponse à une Note de M.* Boiteau; par M. P. de Lafitte.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

» Je ne répondrai, ni aux appréciations, ni aux prédictions contenues dans la dernière Note de M. Boiteau (¹), parce que je ne pourrais y répondre que par des appréciations et des prédictions contraires, ou bien par des redites tirées de Notes présentées à l'Académie (²), ou publiées ailleurs (³), Notes que mon honorable contradicteur connaît. Mais, sur quelques points particuliers, je crois une courte réponse nécessaire.

» Je lis dans la Note de M. Boiteau :

« De mon côté, j'ai fait pendant plusieurs années des expériences de badigeonnages d'une manière générale, et les résultats qui, au début, me paraissaient satisfaisants, n'ont eu nul effet avantageux dans la suite; je n'ai réussi qu'à mortifier une partie de mes souches et à me causer des dommages considérables. Il est vrai que ces premières expériences

(¹) *Comptes rendus*, 2 mars 1885, p. 612.

(²) *Sur les causes de la réinvasion des vignobles phylloxérés* (*Comptes rendus*, 8 septembre et 17 novembre 1879 et *Quatre ans de luttes*, etc., p. 510).

(³) *Le Phylloxera ailé au Congrès de Turin* (*Journal d'Agriculture pratique* du 11 décembre 1884, p. 842).

étaient faites avec des mélanges mal préparés; *mais* (c'est moi qui souligne) *s'ils détruisaient les souches, ils n'étaient que plus efficaces contre les œufs d'hiver.* »

» M. Boiteau a, ce me semble, conclu trop vite; voici ce qui arrive : les mélanges mal préparés, dont parle M. Boiteau, sont des mélanges aqueux d'huile lourde de houille très instables; l'huile lourde et l'eau se séparent; le pinceau se charge quelquefois d'huile lourde pure, et alors la vigne est tuée; d'autres fois d'eau pure, et alors les *œufs d'hiver* sont épargnés. J'ai longtemps employé ces mélanges; mais, ne perdant jamais de vue les badigeonneurs et exigeant d'eux des précautions, je n'ai pas eu un seul accident (¹). Dans les vignes où des accidents se sont produits, les souches tuées étaient distribuées au hasard parmi les souches qui n'avaient point souffert. Quant aux vignes qui ont péri comme en totalité dans le Libournais, en 1878, on a pu reconnaître qu'elles sont mortes, non du badigeonnage, mais du sulfure de carbone injecté en terrain noyé par l'eau de pluie.

» Dans l'alinéa où M. Boiteau risque une prédiction décourageante, le raisonnement suppose que les *œufs d'hiver* seront épargnés en assez grand nombre, et il faudrait d'étranges négligences apportées aux traitements pour qu'il en fût ainsi, et, de plus, qu'ils seront épargnés toujours sur les mêmes souches; tandis qu'ils le seront tantôt en un lieu, tantôt dans un autre; et, en général, le mal aura chaque fois le temps de guérir avant que la cause dont il dépend se soit reproduite au même endroit.

» Il sera bien de transcrire quelques lignes encore de la Note à laquelle je réponds :

« .... Pour ce qui est de la profondeur, j'ai expérimenté deux ans avant de conclure; seulement il ne faut pas croire que l'application faite avec les pals à $0^m,12$ ou $0^m,15$ donnera les mêmes résultats que les applications faites avec une bonne charrue sulfureuse. J'entends par bonne charrue sulfureuse celle qui trace un sillon très étroit et qui emprisonne bien le sulfure, soit par la disposition de son couteau, soit par son tasseau, mais surtout par le premier. »

» Un document, publié dans le *Journal d'Agriculture et d'Horticulture de la Gironde* du 15 février 1885 (²), me paraît jeter un grand jour sur cette question : c'est le Rapport fait au nom d'une Commission chargée de juger un concours de charrues sulfureuses, institué à l'occasion du *Concours régional* de Bordeaux, en 1884. Voici en quels termes le Rapporteur résume le jugement de la Commission :

(¹) *Quatre ans de luttes*, etc., p. 117, t. I, et p. 122, t. II.
(²) *Loc. cit.*, p. 614, au milieu.

« Quant à l'action insecticide du sulfure, il a été et il est toujours extrêmement difficile de la bien apprécier dans les premiers mois qui suivent le traitement.

» De même qu'après l'injection au pal on trouve des Phylloxeras, parfois même nombreux, sans que pour cela le traitement ait été inefficace, ainsi qu'en témoigne la vigne l'année suivante, *de même on a trouvé l'insecte sans diminution numérique bien apparente* (c'est moi qui souligne), *après le passage des injecteurs à traction animale....* »

» Pour la discussion actuelle, ce passage emprunte une force particulière à cette circonstance, que les charrues sulfureuses de M. Boiteau ont figuré dans ce concours (elles ont, ensemble, obtenu le n° 3 dans le classement par ordre de mérite). Les traitements imposés aux charrues sulfureuses concurrentes furent d'ailleurs des *traitements d'été* (31 mai et 31 juillet).

» M. Boiteau indiquant les traitements infructueux de M. Faudrin [1], j'en dirai quelques mots. Il y a badigeonnages et badigeonnages : les *œufs d'hiver* du Phylloxera sont abrités sous des écorces adhérentes aux souches, et ne sont pas touchés par le pinceau. Un mélange toxique ne peut les atteindre qu'à la condition de traverser les écorces, avec le temps, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeurs. Or, le sulfate de cuivre, le sulfate de fer, l'eau bouillante, les mélanges aqueux d'huile lourde employés de 1876 à 1880, ne remplissent ni l'une ni l'autre de ces conditions. Les résultats négatifs de M. Faudrin pouvaient donc être prévus.

» Quant aux *éclosions estivales* des œufs fécondés de Phylloxeras par lesquelles l'auteur explique certains faits, éclosions que personne n'a réussi, ni à observer dans les vignobles, ni à obtenir artificiellement en serre chaude (M. J. Lichtenstein) [2], la discussion est épuisée sur ce point; et les objections basées sur ces prétendues *éclosions estivales* paraissent depuis longtemps abandonnées par ceux qui nous les ont opposées autrefois. »

M. J. **Serve** adresse une Note relative à l'emploi de ses « Tubes à ailerons », dans les chaudières tubulaires pour la production de la vapeur.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca.)

---

(1) *Comptes rendus*, 19 janvier 1885, p. 161.

(2) Voir *La nymphe du Phylloxera* (*Journal de l'Agriculture* du 3 septembre 1881) et *Quatre ans de luttes*, etc., p. 206.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume adressé par l'Université d'Édimbourg et intitulé « Records of the tercentenary festival of the University of Edinburg celebrated in april 1884 ».

M. le Secrétaire perpétuel, en signalant à l'Académie un volume intitulé : « Mission scientifique du cap Horn (1882-1883); t. II, Météorologie », par M. *J. Lephay*, donne lecture des passages suivants de la lettre d'envoi :

« Ce volume est le premier qui soit publié de la collection des documents de la Mission du cap Horn. Il forme le tome II de cette collection et renferme exclusivement les observations météorologiques qui ont été recueillies à la baie Orange, pendant le séjour de la Mission en 1882 et en 1883.

» A la suite d'une Introduction détaillée, relative au mode d'observation et au réglage des instruments, ce volume comprend deux parties : la première, plus spécialement consacrée aux observations régulières demandées par le programme international des expéditions polaires, se compose de groupes de Tableaux dans lesquels on trouve, d'heure en heure, les valeurs des éléments météorologiques : pression, températures de l'air et du sol, humidité relative de l'air, tension de la vapeur d'eau, vitesse et direction des vents, coups de vent, formes des nuages, état du ciel, heures de soleil, pluies, température de l'eau douce ou de l'eau de mer.

» Dans la seconde partie sont classées, par chapitres, des recherches complémentaires d'un intérêt plus général, comme la décroissance de la température avec l'altitude, des notes nombreuses sur l'électricité atmosphérique, les radiations solaires et la transparence de l'atmosphère, l'évaporation de l'eau douce.

» Des « Considérations générales et des notes » sur le climat de la Terre-de-Feu et des parages du cap Horn complètent le volume, en donnant un aperçu d'ensemble des principes généraux qui régissent l'atmosphère de ces contrées. »

M. R. Wolf, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. A. Bienaymé prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. Dupuy de Lôme.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **Brown-Sequard** adresse ses remercîments à l'Académie, pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance annuelle.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes.* Note de M. H. **Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, le 18 avril 1881, et dans un travail plus étendu, inséré au Tome XI du *Bulletin de la Société mathématique de France*, j'ai donné une formule pour déterminer le nombre des zéros communs à p fonctions Θ à p variables.

» Appelons fonction Θ d'ordre m une fonction entière de p variables x_1, x_2, ..., x_p qui ne change pas quand on augmente ces variables d'une des p premières périodes et qui se multiplie respectivement par les facteurs

$$(1) \qquad e^{-mx_1+\delta_1},\quad e^{-mx_2+\delta_2},\quad \ldots,\quad e^{-mx_p+\delta_p}$$

quand les variables augmentent d'une des p dernières périodes. Les quantités (1) s'appelleront les multiplicateurs.

» Si l'on considère p fonctions $\Theta_1, \Theta_2, \ldots, \Theta_p$ d'ordres $m_1, m_2, \ldots, m_p$, les équations

$$\Theta_1 = \Theta_2 = \ldots = \Theta_p = 0$$

admettront

$$N = p!\, m_1 m_2 \ldots m_p$$

solutions distinctes (c'est-à-dire non congruentes).

» Soient X_1 la somme des N valeurs de x_1, X_2 la somme des N valeurs de x_2, ..., X_p la somme des N valeurs de x_p qui satisfont à ces p équations. Il y a moyen de calculer X_i.

» Soit

$$e^{-m_i x_k + \delta_{ik}}$$

le $k^{\text{ième}}$ multiplicateur de la fonction Θ_i. On trouvera

$$X_i \equiv F_i,$$

F_i étant un polynôme du premier degré par rapport aux δ_{ik} et dont les coefficients dépendent des quantités $m_1, m_2, \ldots, m_p$ et des périodes. F_i sera aussi un polynôme du premier degré par rapport à chacune des quantités m considérées séparément et par rapport aux périodes.

» Supposons $p = 2$ pour fixer les idées; appelons les périodes, pour plus

de symétrie,

$$\begin{matrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \end{matrix}.$$

» Envisageons, toujours pour la symétrie, au lieu des fonctions Θ, des fonctions φ plus générales, analogues aux fonctions intermédiaires de MM. Briot et Bouquet, et définies par les quatre identités

$$\varphi(x_1 + a_i, x_2 + b_i) = \varphi(x_1, x_2)e^{\alpha_i x_1 + \beta_i x_2 + \gamma_i} \quad (i = 1, 2, 3, 4).$$

» Posons ensuite

$$\begin{aligned} \delta_i &= \gamma_i - \tfrac{1}{2}(\alpha_i a_i + \beta_i b_i), \\ M_{ij} &= a_i \alpha_j - a_j \alpha_i + b_i \beta_j - b_j \beta_i, \\ \Gamma_1 &= a_3 \delta_1 - a_1 \delta_3 + a_4 \delta_2 - a_2 \delta_4, \\ \Gamma_2 &= b_3 \delta_1 - b_1 \delta_3 + b_4 \delta_2 - b_2 \delta_4. \end{aligned}$$

Les quantités M et Γ peuvent être regardées comme des invariants, c'est-à-dire qu'elles ne changent pas quand on multiplie la fonction φ par une exponentielle

$$e^{\lambda x^2 + 2\mu xy + \nu y^2 + hx + ky}.$$

» On devra avoir

$$(2) \qquad \Sigma M_{ij} y_i z_j = -2mi\pi(y_1 z_3 - y_3 z_1 + y_2 z_4 - y_4 z_2),$$

m étant l'ordre de la fonction φ. Il ne peut y avoir de fonctions intermédiaires, où les invariants M auraient d'autres valeurs que celles qui résultent de l'identité (2), *si ce n'est dans les cas de réduction des périodes étudiées par M. Picard.*

» Considérons maintenant deux fonctions intermédiaires φ et φ', et appelons m', α', β', δ', Γ' les quantités analogues à m, α, β, δ, Γ et relatives à la seconde fonction φ'. Les équations

$$\varphi = \varphi' = 0$$

auront $2mm'$ solutions distinctes, et les sommes X_1 et X_2 des $2mm'$ valeurs de x_1 et des $2mm'$ valeurs de x_2, qui satisfont à ces équations, seront données par les congruences

$$X_1 \equiv -\frac{1}{2i\pi}(\Gamma_1 m' + \Gamma'_1 m),$$

$$X_2 \equiv -\frac{1}{2i\pi}(\Gamma_2 m' + \Gamma'_2 m).$$

» Il y a une autre manière d'étudier le nombre des zéros de la fonction φ. Supposons qu'on recherche combien cette fonction admet de zéros distincts de la forme suivante

$$x_1 = a_i t + a_j u,$$
$$x_2 = b_i t + b_j u,$$

les quantités t et u étant assujetties à être réelles. On partagera ces zéros en deux classes suivant le signe du déterminant fonctionnel :

$$\frac{d\psi}{dt}\frac{d\theta}{du} - \frac{d\psi}{du}\frac{d\theta}{dt},$$

ψ et θ étant les parties réelle et imaginaire de φ.

» On trouvera que le nombre des zéros distincts de la première classe, diminué de celui des zéros distincts de la seconde classe, est égal à $-\frac{M_{ij}}{2i\pi}$, c'est-à-dire à m dans le cas de $i=1, j=3$, ou de $i=2, j=4$, et à o dans tous les autres cas. En conséquence, le nombre total des zéros distincts est au moins égal à m si $i=1$, $j=3$, ou si $i=2$, $j=4$, et il diffère de m d'un nombre pair. Il est toujours pair dans tous les autres cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des matrices.* Note de M. **Ed. Weyr**, présentée par M. Hermite.

« On sait que toute matrice de l'ordre n satisfait à une équation de degré n : c'est l'équation fondamentale de M. Cayley. Il y a cependant des matrices qui satisfont à une équation de degré moindre que n : ce sont les matrices que M. Sylvester nomme *dérogatoires*. Je suis parvenu à établir un théorème qui jette du jour sur ce sujet, et que je me permets de communiquer à l'Académie.

» M *étant une matrice d'ordre* n *aux racines latentes* $\mu_\alpha, \mu_\beta, \ldots, \mu_\lambda$ *et* $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ *étant les degrés de multiplicité de ces racines, soient* $\alpha_1, \beta_1, \ldots, \lambda_1$ *les degrés de nullité des matrices* $M-\mu_\alpha$, $M-\mu_\beta$, $\ldots$, $M-\mu_\lambda$; *alors* M *satisfait à l'équation*

$$(M-\mu_\alpha)^{\alpha-\alpha_1+1}(M-\mu_\beta)^{\beta-\beta_1+1}\ldots(M-\mu_\lambda)^{\lambda-\lambda_1+1} = 0.$$

» Les nombres $\alpha_1, \beta_1, \ldots, \lambda_1$, dont chacun est au moins égal à 1, ne peuvent pas surpasser les nombres respectifs $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$. Dans le cas de $\alpha_1 = \beta_1 = \ldots = \lambda_1 = 1$, on tombe sur l'équation de M. Cayley. Dans tout autre cas, la matrice M est dérogatoire.

» Si l'on a $\alpha = \alpha_1$, $\beta = \beta_1$, ..., $\lambda = \lambda_1$, ce qui arrive, par exemple, quand les racines latentes sont toutes distinctes, on peut mettre M sous la forme

$$M = A^{-1} M_0 A,$$

M_0 étant une matrice dont la diagonale principale contient α termes μ_α, β termes μ_β, ..., enfin λ termes μ_λ et dont les autres termes sont nuls, et A désignant une matrice de nullité zéro; et ce n'est que dans le cas de $\alpha = \alpha_1$, $\beta = \beta_1$, ..., $\lambda = \lambda_1$ qu'on peut mettre M sous une telle forme ([1]).

» Pour montrer l'utilité de cette décomposition de M, je vais démontrer un théorème que M. Sylvester a bien voulu me communiquer. Représentons M_0 par $(\mu_\alpha, \mu_\beta, \ldots, \mu_\lambda)$; nous aurons pour entier positif quelconque ε

$$M^\varepsilon = A^{-1}(\mu_\alpha^\varepsilon, \mu_\beta^\varepsilon, \ldots, \mu_\lambda^\varepsilon) A,$$

d'où l'on conclut immédiatement qu'un terme quelconque $m_{ik}^{(\varepsilon)}$ de M^ε est mis sous la forme

$$m_{ik}^{(\varepsilon)} = a_{ik}\mu_\alpha^\varepsilon + b_{ik}\mu_\beta^\varepsilon + \ldots + l_{ik}\mu_\lambda^\varepsilon.$$

C'est la formule de M. Sylvester, qui ainsi se trouve démontrée dans le cas de $\alpha = \alpha_1$, ..., $\lambda = \lambda_1$. Je ne suis pas parvenu à la démontrer pour les autres cas.

» En étudiant la nullité des matrices, j'ai trouvé que « le degré de nullité d'un produit de matrices est au plus égal à la somme des degrés de nullité des facteurs, et au moins égal au plus petit de ces degrés ». La seconde partie de ce théorème a été mentionnée par M. Sylvester (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 69) comme faisant partie de sa troisième loi de mouvement algébrique. Cette loi en contient probablement aussi la première partie, ce que je ne puis constater, n'ayant jamais eu sous les yeux le *John Hopkins Circular* qui a donné les trois lois de M. Sylvester.

» De là on conclut immédiatement à l'impossibilité de certaines équations en matrices. Donnons-en un exemple. Soit N une matrice qui a la racine α^{uple} zéro, et soit N de nullité $\alpha_1 < \alpha$. Alors il est impossible de déterminer une matrice X telle qu'on ait $X^k = N$, l'entier k étant plus grand que $\alpha - \alpha_1$. En effet, X doit avoir la racine α^{uple} zéro; mais alors je peux

---

([1]) Riemann, dans le Mémoire *Zwei allgemeine Sätze über lineäre Differentialgleichungen mit algebraischen Coefficienten* (*Œuvres complètes*, p. 359), attribue cette manière de décomposer une substitution linéaire à Jacobi. Son assertion cependant, que la possibilité d'une telle décomposition exige l'inégalité des racines μ, doit être rectifiée dans le sens de notre énoncé.

démontrer que X^k est de nullité α, et, comme N n'est que de nullité α_1, l'équation proposée n'est pas soluble. Dans cette catégorie d'équations rentre l'exemple donné par M. Sylvester (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 474); on y a

$$n = 2, \quad \alpha = 2, \quad \alpha_1 = 1.$$

» Les démonstrations rigoureuses de tous ces énoncés feront l'objet d'un Mémoire que je compte publier sous peu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les types canoniques des formes quadratiques ternaires des différentielles à discriminant nul.* Note de M. G. **Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Le problème général que j'étudie a son origine dans diverses questions de géométrie infinitésimale.

» Soit $F(du)$ une forme quadratique des différentielles des variables u_1, u_2, u_3, dont les coefficients sont des fonctions de ces mêmes quantités. Dire que le discriminant de F est nul, c'est dire que cette forme est le produit de deux formes linéaires ω et ω';

$$F = \omega . \omega'.$$

» Le cas le plus simple, mais aussi le moins intéressant, c'est celui où ω et ω' seraient tous les deux intégrables. Alors, suivant le cas, on peut ramener F à l'un des deux types canoniques

$$(a) \qquad F = \lambda \, d\xi \, d\eta,$$
$$(b) \qquad F = \lambda \, d\xi^2,$$

où λ, ξ, η sont des fonctions convenables de u_1, u_2, u_3.

» Supposons donc que l'une des deux formes linéaires, ω', par exemple, ne soit pas intégrable; on peut du moins déterminer ρ de façon que la forme $(\omega + \omega'.\rho)$ admette un facteur intégrant. On trouve aisément l'équation à laquelle doit satisfaire ρ; elle est de la forme

$$(1) \qquad A_1 \frac{\partial\theta}{\partial u_1} + A_2 \frac{\partial\theta}{\partial u_2} + A_3 \frac{\partial\theta}{\partial u_3} = E\theta^2 + 2F\theta + G.$$

» D'ailleurs, on trouve en outre que toute fonction dont la différentielle peut s'exprimer linéairement à l'aide de ω et ω' est une solution de l'équa-

tion, privée de second membre,

$$(2)\qquad A_1\frac{\partial\theta}{\partial u_1}+A_2\frac{\partial\theta}{\partial u_2}+A_3\frac{\partial\theta}{\partial u_3}=0.$$

» Prenons donc ρ et σ, deux solutions distinctes de l'équation (1), on aura

$$(3)\qquad \omega+\rho\omega'=\lambda\,d\xi,\quad \omega+\sigma\omega'=\mu\,d\eta;$$

et, en vertu de la non-intégrabilité de ω', on trouve que ξ et η sont deux solutions *indépendantes* de l'équation (2), et, de plus, que le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ ne peut être une simple fonction de ξ et de η. On peut prendre, en conséquence, ξ, η, $\frac{\lambda}{\mu}$ pour variables indépendantes, et, en tirant ω et ω' des équations (3), on trouvera le type réduit

$$(R)\qquad F=\omega\omega'=\alpha(\lambda\,d\xi-\mu\,d\eta)(\Lambda\,d\xi-M\,d\eta),$$

où α est une fonction qui ne joue aucun rôle important, et $\frac{\Lambda}{M}$ une seconde fonction de ξ, η, $\frac{\lambda}{\mu}$, dont la forme joue au contraire un rôle essentiel dans notre classification.

» Ainsi, lorsque $\frac{\Lambda}{M}$ ne dépend pas de $\frac{\lambda}{\mu}$, le second facteur est intégrable, et la forme F appartient au type canonique

$$(c)\qquad F=\alpha(\lambda\,d\xi-\mu\,d\eta)\,d\eta.$$

» Mais la recherche des types canoniques est beaucoup plus compliquée dans tout autre cas. Néanmoins, on peut donner explicitement, et sous une forme simple, l'expression générale des transformations qui permettent de faire passer une forme d'un type canonique tel que (R) à un second (R'),

$$(R')\qquad F=\omega\omega'=\alpha'(\lambda'\,d\xi'-\mu'\,d\eta')(\Lambda'\,d\xi'-M'\,d\eta').$$

» D'abord, puisque ξ', η' sont des solutions de l'équation (2), on a

$$(4)\qquad \xi'=\varphi(\xi,\eta),\quad \eta'=\psi(\xi,\eta).$$

» Maintenant, il est clair qu'en vertu de ces équations le quotient $\frac{\partial\eta}{\partial\xi}$

se trouve transformé en $\frac{\partial\eta'}{\partial\xi'}$ par la formule

$$(5)\qquad \left(\frac{\partial\eta'}{\partial\xi'}\right) = \frac{\dfrac{\partial\psi}{\partial\xi} + \dfrac{\partial\psi}{\partial\eta}\left(\dfrac{\partial\eta}{\partial\xi}\right)}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial\xi} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial\eta}\left(\dfrac{\partial\eta}{\partial\xi}\right)};$$

or, il se trouve que cette *même* équation *linéaire* transforme $\frac{\lambda}{\mu}$ et $\frac{\Lambda}{M}$ en $\frac{\lambda'}{\mu'}$ et $\frac{\Lambda'}{M'}$ respectivement, ou que les quantités $\frac{\partial\eta}{\partial\xi}$, $\frac{\lambda}{\mu}$, $\frac{\Lambda}{M}$ sont *cogrédientes*.

» On peut alors se faire une idée des caractères invariants qui distinguent la relation existant entre ξ, η, $\frac{\lambda}{\mu}$ et $\frac{\Lambda}{M}$. Si cette relation est algébrique par rapport à $\frac{\lambda}{\mu}$ et $\frac{\Lambda}{M}$, si elle est involutive par rapport à ces quantités, ces caractères se conserveront, ainsi d'ailleurs que le degré de l'involution.

» Un cas général important, c'est celui où la relation est une involution homographique entre $\frac{\lambda}{\mu}$, $\frac{\Lambda}{M}$, les coefficients étant, bien entendu, des fonctions quelconques de ξ, η. On peut toujours s'arranger de façon que l'équation fondamentale revête la forme

$$\lambda M + \mu\Lambda = 0,$$

en sorte que ces formes, que l'on pourrait appeler *linéo-involutives*, admettent le type canonique

$$A\,d\xi^2 + B\,d\eta^2,$$

où le quotient $\frac{A}{B}$ ne peut, dans aucun cas, être une simple fonction de ξ et de η.

» Ces formes *linéo-involutives* trouvent en Géométrie des applications importantes, qui seront l'objet d'une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les différences électriques entre les liquides et sur le rôle de l'air dans la mesure électrométrique de ces différences.* Note de MM. **E. Bichat** et **R. Blondlot**.

« En appliquant aux phénomènes électrocapillaires les principes de la conservation de l'électricité et de la conservation de l'énergie, M. Lippmann a établi deux équations distinctes, relatives aux propriétés de la surface de contact entre le mercure et un électrolyte. M. Helmholtz a fait

remarquer [1] qu'il ressort de l'une de ces équations que si, par une polarisation convenable, on a amené la constante capillaire de la surface de contact à avoir sa valeur maxima, le mercure et l'électrolyte sont au même potentiel [2].

» Nous allons montrer qu'on peut fonder sur cette proposition une méthode pour mesurer la différence électrique entre deux liquides.

» Supposons d'abord qu'il s'agisse de mesurer la différence électrique entre le mercure et un électrolyte, en l'absence de toute polarisation. Il suffit de remplacer dans un électromètre capillaire l'eau acidulée par l'électrolyte proposé, puis de chercher par tâtonnement la force électromotrice qu'il faut intercaler entre les bornes de l'instrument pour obtenir le maximum d'ascension du ménisque dans le tube capillaire. A ce moment, d'après la proposition de M. Helmholtz, la différence électrique au ménisque est nulle; la force électromotrice intercalée, étant la quantité dont il a fallu modifier la différence électrique entre le mercure et l'électrolyte pour l'amener de sa valeur normale à la valeur zéro, est précisément égale à cette valeur normale.

» En appliquant ce procédé, on arrivera à connaître les différences électriques entre le mercure et les divers électrolytes.

» Soit maintenant à mesurer la différence électrique entre deux électrolytes L et L'. On forme la pile suivante : un premier vase contient du mercure, et au-dessus l'électrolyte L; un second vase contient également du mercure, et au-dessus l'électrolyte L'. Les deux vases sont réunis par un siphon rempli de l'un ou de l'autre des liquides et muni d'un diaphragme. La force électromotrice de cette pile est égale à la somme des différences : mercure | L, L | L', L' | mercure. La première et la troisième de ces différences ayant été obtenues par le procédé précédemment indiqué, il suffira de les retrancher de la force électromotrice de la pile, mesurée par les méthodes ordinaires, pour obtenir la différence cherchée L | L'.

» Nous avons appliqué cette méthode à un certain nombre de liquides; pour d'autres, nous avons dû y renoncer, parce que, dans l'électromètre construit avec ces derniers liquides, il arrivait, soit que le ménisque n'était pas mobile, soit que l'électrolyse se produisait avant que le maximum fût atteint.

---

(1) *Monatsberichte der Berliner Akademie* vom 3 November 1881.

(2) M. Garbe est arrivé récemment à la même conclusion par un raisonnement analogue à celui de M. Helmholtz (voir *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 123; 1884).

» Les mesures des différences électriques entre les divers électrolytes, effectuées par la méthode que nous venons de décrire, offrent un intérêt particulier *en ce que l'air n'y joue aucun rôle*. Maxwell a fait remarquer que, dans tous les procédés électrométriques analogues à ceux de Volta, il est probable que l'on n'obtient pas les différences réelles, à cause de la présence de l'air; ce que l'on mesure par ces procédés est la somme algébrique de trois différences électriques : l'une d'elles est la différence vraie entre les corps en expérience, les deux autres sont les différences entre l'air et chacun des deux corps. C'est ainsi que la méthode que nous avons employée nous-mêmes précédemment, pour mesurer les différences électriques entre les liquides (1), donne ces différences compliquées de l'effet présumé de l'air. La comparaison des nombres obtenus par la méthode que nous décrivons aujourd'hui et de ceux de la première méthode permet, comme nous allons le faire voir, d'affirmer que l'effet de l'air existe réellement.

» En effet, si l'on mesure les différences électriques entre deux liquides donnés, successivement par les deux méthodes, on obtient des nombres complètement différents. Le désaccord entre les nombres fournis par les deux méthodes peut aller même jusqu'au changement de signe, comme le montrent les deux exemples suivants :

» La différence électrique entre l'eau acidulée par l'acide sulfurique (au $\frac{1}{10}$) et une dissolution de sulfate de soude (au $\frac{1}{26}$), mesurée par l'ancienne méthode, donne $+0^{\circ},129$, et par la nouvelle $-0^{\circ},20$; de même, pour la différence électrique entre la même dissolution de sulfate de soude et une dissolution de potasse (au $\frac{3}{8}$), l'ancienne méthode donne $-0^{\circ},138$ et la nouvelle $+0^{\circ},475$.

» Étant donnée la régularité parfaite avec laquelle se font les déterminations dans chacune des deux méthodes, cette divergence ne peut s'expliquer que par ce fait que, *entre l'air et un liquide, il existe une différence électrique, dont la valeur varie d'un liquide à l'autre*. La prévision de Maxwell se trouve ainsi justifiée.

» La méthode que nous avons déduite de la proposition de M. Helmholtz est jusqu'ici la seule qui permette d'obtenir les différences électriques vraies entre deux liquides. »

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XC, p. 1202 et 1293; *Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 533, et même recueil, décembre 1883.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les galvanomètres à cadre curvilique*. Note de M. A. GAIFFE.

« Dans la séance du 26 septembre 1881, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un galvanomètre médical, divisé en milli-ampères, dans lequel, en donnant au cadre multiplicateur la forme elliptique, on obtenait, jusqu'au 35e degré du cercle environ, de chaque côté du zéro de l'échelle, des déviations de l'aiguille proportionnelles aux intensités des courants.

» Dans la Note qui accompagnait cet instrument, j'annonçais qu'une autre forme de cadre promettait des résultats meilleurs.

» La possibilité de modifier la marche des galvanomètres par la forme des cadres étant démontrée, il était permis de poursuivre la construction empirique de courbes dont l'action sur l'aiguille, pour des courants de plus en plus intenses, augmentât comme l'action directrice de la terre.

» Plusieurs dispositions, fondées sur l'adoption de courbes différentes, ont été essayées et sont également bonnes. Celle à laquelle je me suis arrêté donne des cadres multiplicateurs qui ont peu de hauteur, et qui sont bien appropriés aux appareils que je construis.

» Leur fil, enroulé dans des rainures, forme au-dessous et au-dessus de l'aiguille, dans des plans parallèles à son plan d'oscillation, deux figures qui rappellent deux caustiques de réflexion, se regardant par leurs concavités et ayant leurs cornes voisines de l'axe de rotation de l'aiguille. En raison de la forme de ces courbes, déterminées empiriquement, l'axe magnétique de l'aiguille, quelle que soit sa direction, coupe toujours à peu près sous le même angle la partie du cadre qui l'avoisine; la proximité du fil et de l'aiguille, et, par suite, leur action réciproque, augmentent en même temps que l'action du couple terrestre, lorsque l'aiguille s'éloigne du méridien.

» Par ces combinaisons, j'arrive à faire que, pour des courants d'intensité croissant en progression arithmétique, l'aiguille ait ses points d'équilibre équidistants sur les deux côtés de l'échelle jusque vers le 70e degré du cercle. »

THERMOCHIMIE. — *Etude thermochimique du fluosilicate d'ammoniaque.* Note de M. CH. TRUCHOT, présentée par M. Berthelot.

« I. *Action du fluorure de silicium sur le fluorure d'ammonium.* — Le fluorure d'ammonium étant soluble, la réaction du fluorure de silicium se

produit facilement dans le calorimètre, et il se forme du fluosilicate d'ammoniaque également soluble.

» On place dans le calorimètre une solution contenant une quantité connue de fluorure d'ammonium, et on fait passer le gaz. L'opération terminée, on détermine la quantité de fluosilicate formé, au moyen d'une liqueur titrée de soude et de la phtaléine du phénol ([1]). Mais on ajoute un excès de soude, pour être sûr de déplacer entièrement l'ammoniaque, à l'aide de la chaleur. Puis, on sature cet excès par un acide titré. La quantité de soude trouvée est plus grande qne celle qui réagirait sur le fluorure d'ammonium employé. La différence a été utilisée pour transformer le fluosilicate obtenu en fluorure de sodium. Et comme $1^{éq}$ de fluosilicate exige $2^{éq}$ de soude, la moitié de cette quantité correspond au fluorure de silicium employé. Le fluorure d'ammonium, même en solution étendue, dégage de l'ammoniaque, mais en quantité assez faible pour ne pas altérer sensiblement le résultat.

» Plusieurs expériences suffisamment concordantes conduisent à $15^{Cal},6$ vers 20°

$$\mathrm{SiFl^2\ gaz + AzH^4Fl\ diss. = SiFl^2AzH^4Fl\ diss.} \ldots\ldots \quad +15^{Cal},6$$

» J'ai trouvé pour la chaleur de dissolution du fluosilicate d'ammoniaque $-4^{Cal},2$ à 7° ($1^{éq}$ dans $1200^{éq}$ d'eau).

» On déduit de ces nombres et de la chaleur de dissolution du fluorure d'ammonium ($1^{Cal},5$ Favre)

$$\mathrm{SiFl^2\ gaz + AzH^4Fl\ sol. = SiFl^2AzH^4Fl\ sol} \ldots\ldots \quad +18^{Cal},3$$

» II. *Action du fluorure de silicium sur l'ammoniaque*. — Lorsqu'on fait rendre du fluorure de silicium dans l'ammoniaque, il se forme, non du fluosilicate d'ammoniaque, mais du fluorure d'ammonium, comme cela a lieu pour la soude et la lithine ([2]). En mettant dans le calorimètre une quantité connue d'ammoniaque titrée ($0^{éq},5$ environ par litre), et en titrant de nouveau après avoir fait passer le gaz, on obtient la proportion d'ammoniaque non utilisée. Comme on ne peut éviter une légère perte d'ammoniaque, on ajoute ensuite une liqueur titrée de soude, qui, à chaud, déplace l'ammoniaque et représente la quantité totale de cet alcali con-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 821, 1er semestre 1884.

(2) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1330, 1er semestre 1884.

tenue dans le calorimètre après l'expérience. On déduit de là la quantité de fluorure de silicium employé.

» La quantité de chaleur dégagée dans cette réaction a été trouvée de $29^{Cal},5$ vers 22°.

$$SiFl^2 \text{ gaz} + 2AzH^4O \text{ diss.} = 2AzH^4Fl \text{ diss.} + SiO^2H^2O^2 \text{ préc.} \ldots \quad +29^{Cal},5$$

d'où l'on tire

$$SiFl^2 \text{ gaz} + 2AzH^3 \text{ gaz} = 2AzH^4Fl \text{ sol.} + SiO^2H^2O^2 \text{ préc.} \ldots \quad +47^{Cal},1$$

» III. *Action de l'acide fluosilicique sur l'ammoniaque.* — L'acide fluosilicique et l'ammoniaque réagissent de la même manière que la soude et la lithine. Mélangés à équivalents égaux, ils forment du fluosilicate d'ammoniaque qui reste en dissolution; et il se dégage, pour $1^{éq}$, $13^{Cal},6$ vers 7°;

$$SiFl^2,HFl(1^{éq} = 1^{lit}) + AzH^4O(1^{éq} = 1^{lit}) = AzH^4Fl,SiFl^2 \text{ diss.} + HO \ldots \quad +13^{Cal},6$$

ce qui conduit à

$$SiFl^2HFl,2H^2O^2 \text{ sol.} + AzH^3 \text{ gaz} = AzH^4Fl,SiFl^2 \text{ sol.} + 2H^2O^2 \text{ sol.} \ldots \quad +33^{Cal},4$$

» Lorsque $1^{éq}$ d'acide fluosilicique réagit sur $3^{éq}$ d'ammoniaque, il se produit du fluorure d'ammonium et de la silice,

$$SiFl^2HFl(1^{éq} = 5^{lit}) + 3AzH^4O(1^{éq} = 2^{lit}) = 3AzH^4Fl \text{ diss.} + SiO^2H^2O^2 \text{ préc.} \ldots \quad +28^{Cal},1;$$

d'où l'on peut tirer

$$SiFl^2,HFl,2H^2O^2 \text{ sol.} + 3AzH^3 \text{ gaz} = 3AzH^4Fl \text{ solide} + SiO^2H^2O^2 \text{ préc.} \ldots \quad +63^{Cal},0.$$

» Si à $1^{éq}$ d'acide fluosilicique on ajoute une quantité variable d'ammoniaque, de $0^{éq}$ à $3^{éq}$, on trouve un dégagement de chaleur qui croît proportionnellement à la quantité d'ammoniaque jusqu'à $1^{éq}$, puis qui est proportionnel à l'excès d'ammoniaque ajoutée au delà de $1^{éq}$. La courbe représentant cette action se compose donc de deux droites, formant un angle dont le sommet est au point qui correspond à $1^{éq}$ d'ammoniaque. On obtient d'ailleurs une vérification en mélangeant $2^{éq}$ d'ammoniaque à $1^{éq}$ de fluosilicate en dissolution. Il se dégage $15^{Cal},1$, ce qui est sensiblement la différence entre $28^{Cal},1$ et $13^{Cal},6$.

» Il résulte de là que l'ammoniaque se comporte comme la soude : elle donne du fluosilicate exclusivement jusqu'à $1^{éq}$, puis du fluorure, proportionnellement à la quantité d'ammoniaque ajoutée en sus. On doit donc

pouvoir préparer le fluosilicate d'ammoniaque par voie humide. Cependant Berzélius indique une méthode par voie sèche comme préférable, et dit que, par voie humide, il se produit de la silice. Mais si l'on prend des solutions pures et suffisamment étendues ($1^{éq}$ par litre par exemple) et si l'on a soin de verser l'ammoniaque dans l'acide, la liqueur reste limpide, et, par l'évaporation, donne des cristaux de fluosilicate.

» V. En électrolysant une solution de fluosilicate d'ammoniaque, on pourrait s'attendre à le voir se scinder en acide et base, en même temps que l'eau serait décomposée, ce qui exigerait $34^{Cal},5 + 13^{Cal},6$. Mais l'ammoniaque mise en liberté, réagissant sur le fluosilicate non décomposé, donnerait du fluorure en dégageant $7^{Cal},5$, soit, en définitive,

$$34,5 + 13,6 - 7,5 = 40^{Cal},6$$

pour l'électrolyse.

» Toutefois, la décomposition est possible autrement : la séparation en fluorure de silicium et fluorure d'ammonium exigerait $15^{Cal},6$, et le fluorure de silicium réagissant sur l'eau dégageant $11^{Cal},1$, l'électrolyse avec dégagement de gaz aurait lieu avec $34,5 + 15,6 - 11,1$, soit $39^{Cal},0$. Ce nombre étant plus petit que le premier, la décomposition doit s'effectuer ainsi.

» En opérant par la méthode décrite précédemment [1], j'ai obtenu un dégagement gazeux à $39^{Cal},6$, ce qui est sensiblement le nombre prévu. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau procédé pour durcir le plâtre.* Note de M. **Julhe**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris une série d'expériences dans le but de rendre encore plus général l'emploi du plâtre; de le substituer, par exemple, au bois, dans la construction des planchers. De tous les matériaux employés à bâtir, le plâtre est la seule substance qui augmente de volume après son application, tandis que tous les autres mortiers ou ciments, et même le bois, éprouvent du retrait et des fendillements par la dessiccation; appliqué en couches suffisamment épaisses pour résister à la rupture, il offre donc une surface que le temps et les variations atmosphériques n'altéreront pas, pourvu qu'on la tienne à l'abri de l'eau. Il faut lui donner deux pro-

---

[1] *Comptes rendus*, 2e semestre 1883 (t. XCVII, p. 92).

priétés qui lui manquent, la dureté et la résistance à l'écrasement; voilà ce que je crois avoir trouvé.

» On mélange intimement 6 parties de plâtre de très bonne qualité avec 1 partie de chaux grasse, récemment éteinte et finement tamisée : on emploie ce mélange comme le plâtre ordinaire; une fois qu'il est *bien desséché*, on imbibe l'objet confectionné avec une solution d'un sulfate quelconque à base précipitable par la chaux et à précipité insoluble : le sulfate de fer et le sulfate de zinc sont, à tous les points de vue, les sulfates qui conviennent le mieux. La théorie du procédé est facile à faire : la chaux contenue dans les pores de plâtre décompose le sulfate, avec production de deux corps insolubles, à savoir du sulfate de chaux et de l'oxyde, qui remplissent les pores de l'objet soumis au traitement.

» Avec le sulfate de zinc, l'objet reste blanc, comme il est facile de le prévoir; avec le sulfate de fer, l'objet, d'abord verdâtre, prend en peu de temps et par la dessiccation la teinte caractéristique du sesquioxyde de fer.

» Avec le fer, on obtient les surfaces les plus dures, la résistance à la rupture est vingt fois plus considérable que pour le plâtre ordinaire. Pour obtenir le maximum de dureté et de ténacité, il faut très bien gâcher le plâtre chaulé, mais le moins de temps possible et avec la quantité d'eau strictement nécessaire; il importe que l'objet que l'on veut durcir soit très sec, afin que la solution que l'on emploiera le pénètre facilement; il faut que cette dernière soit voisine de son point de saturation et que la première immersion ne dure pas plus de deux heures.

» Le plâtre durcit dès qu'il a subi le contact de la solution, au point qu'on ne peut plus le rayer avec l'ongle, tandis que le plâtre témoin se laisse profondément entamer. Si la première immersion se prolongeait trop, le plâtre deviendrait friable, ainsi que je l'ai observé après un bain de vingt-quatre heures; mais, une fois que le plâtre a été de nouveau desséché après la première immersion, il ne craint plus le contact de l'eau. Il arrive même, si la proportion de chaux éteinte est trop élevée, que la surface se feutre à un tel point qu'elle devient impénétrable à l'eau et même à l'huile, ainsi que j'ai pu le constater sur une plaque durcie au sulfate de zinc; la surface était polie, aussi difficile à entamer au papier de verre que du marbre; elle avait néanmoins un défaut grave, la couche dure avait à peine 2^{mm} d'épaisseur, le feutrage était si complet, que la première couche, une fois durcie, préservait le reste de tout contact avec la solution, de telle sorte que cette plaque, malgré la dureté de sa surface, n'offrait plus une résistance suffisante à l'écrasement, en raison de la faible épaisseur de la couche durcie.

» Les proportions de chaux et de plâtre n'ont rien de fixe : on les fait varier en vue des résultats à obtenir, néanmoins le rapport de 1 à 6 m'a donné les meilleurs ; la pénétration de la solution et l'épaisseur de la couche durcie deviennent suffisantes. Il importe, en outre, pour que ces conditions soient facilement réalisées, de ne pas *éteindre* le plâtre à la surface en passant et repassant trop longtemps la truelle : l'ouvrier le plus expéditif sera toujours le meilleur.

» Les plaques prennent l'aspect de la rouille avec le sulfate de fer ; mais, si l'on passe à la surface de l'huile de lin lithargyrée, un peu brunie par la chauffe, elles prennent un aspect d'acajou assez beau, en même temps qu'elles offrent à l'écrasement par la marche une certaine élasticité superficielle ; si l'on y ajoute une couche de vernis copal dur, la teinte devient très belle.

» En étalant dans un appartement une couche de plâtre chaulé de $0^m,06$ à $0^m,07$ d'épaisseur et lui faisant subir le traitement qui vient d'être exposé, on obtient un parquet uni comme une glace, remplissant dans la plupart des cas l'office du parquet de chêne, mais offrant sur ce dernier l'avantage d'être quatre fois moins coûteux.

» J'ai insisté sur un emploi nouveau du plâtre durci, mais il est évident que l'on trouvera avantageux de durcir le plâtre et de le rendre indifférent aux influences atmosphériques ; dans une foule de circonstances, le procédé se recommande par son extrême simplicité et son extrême bon marché (il faut environ 30 centimes de sulfate de fer par mètre carré) ; il offre au sulfate de zinc, à peu près sans emploi, un débouché tel, que l'emploi économique de la pile comme source de force motrice devient praticable, surtout pour les petites forces. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Substitution bromée de l'hydrogène phénolique. — Tribromophénol bromé.* Note de M. E. **Werner**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que, en faisant réagir l'eau de brome sur le phénol ordinaire, l'orcine, la résorcine, les acides oxybenzoïques, on substitue, après $3^{éq}$ d'hydrogène benzinique, en présence d'un excès de réactif, un quatrième équivalent d'hydrogène, réputé phénolique ou de l'hydroxyle. Je me suis proposé d'étudier ces intéressants composés.

» Pour préparer le premier de ces composés, on dissout l'équivalent de phénol dans 60^{lit} d'eau et on verse rapidement, dans un volume quelconque de cette solution, un volume égal d'eau de brome, contenant au

moins 20^{gr} de brome par litre. On agite seulement quelques instants et on laisse en repos le liquide trouble, couleur jaune citron; puis, après quelques minutes, quand le liquide s'éclaircit par le haut en reprenant la couleur de l'eau de brome, on agite un peu de nouveau; le tribromophénol bromé se dépose alors en écailles cristallines. Ces écailles, lavées à l'eau froide et séchées dans le vide, ont donné 78,32 pour 100 de brome (théorie 78,05 pour 100) pour $C^{12}H^2Br^4O^2$. Recristallisées dans le chloroforme bouillant, elles ont donné 78 pour 100 de brome.

» Ce produit abandonne, comme on sait, facilement $1^{éq}$ de brome. J'ai trouvé la réaction suivante très sensible et qui démontre bien la fonction chimique de ce composé. Un cristal d'iodure de potassium touché par un cristal de tribromophénol bromé dégage de l'iode; si l'on agite avec une dissolution d'iodure de potassium, il se fait la réaction suivante

$$C^{12}H^2Br^4O^2 + 2KI = I^2 + KBr + C^{12}H^2Br^3KO^2,$$

comme le prouve le dosage de l'iode par l'acide sulfureux; en même temps, se dépose du tribromophénol qui donne à l'analyse par la chaux 72,48 pour 100 de brome (théorie 72,50 pour 100).

» Pour éviter les complications qui proviennent de l'agglomération de la matière en poudre, je dissous le tribromophénol bromé dans un peu de chloroforme, à cette solution j'ajoute l'iodure de potassium dissous, en agitant fortement, et je dose l'iode libre par l'hyposulfite de soude.

» $0^{gr},7323$ de tribromophénol bromé ont donné $0^{gr},4527$ d'iode libre (théorie $0^{gr},4529$). Ainsi, le brome substitué à l'hydrogène, dit de l'*hydroxyle,* est enlevé totalement par l'iodure de potassium et peut se doser par ce moyen. La facilité avec laquelle s'opère cette régénération distingue nettement le quatrième équivalent de brome.

» L'alcool froid décompose aussi le tribromophénol bromé; après douze heures de contact, l'eau précipite de la solution un mélange de tribromophénol et de tribromophénol bromé; au bout de plusieurs jours, le brome libre ayant disparu, l'eau ne précipite alors que du tribromophénol.

» La soude ($1^{éq} = 1^{lit}$) dissout le tribromophénol bromé à la température ordinaire, en le décomposant d'une manière analogue.

» *Etude thermique.* — Après avoir vérifié par des analyses que la réaction qui engendre le tribromophénol bromé est la suivante

$$C^{12}H^6O^2 + 4Br^2 + nBr = 4HBr + C^{12}H^2Br^4O^2 + nBr,$$

j'ai mesuré la chaleur de formation de ce composé par trois procédés :

« 1° *Action du brome dissous* ($25^{gr} = 1^{lit}$) *sur une solution de phénol.* — A 14° on obtient $+ 73^{Cal}, 69$. Comme contrôle, on a analysé dans trois expériences le produit formé. On a trouvé en moyenne 78,21 pour 100 de brome (théorie 78,05 pour 100).

» Dans une expérience, le tribromophénol bromé a été récolté et pesé : on trouve $2^{gr}, 06$, au lieu de $2^{gr}, 05$.

» 2° *Action de l'eau de brome sur le phénate de soude dissous :*

$$C^{12}H^5NaO^2 + 4Br^2 + nBr = 3HBr + NaBr + C^{12}H^2Br^4O^2 + nBr.$$

» On a obtenu à 10° :

Phénate dissous + brome dissous.................. $+ 80^{Cal}, 02$

» 3° *Action du brome dissous sur le tribromophénate de soude dissous :*

$$C^{12}H^2Br^3NaO^2 + Br^2 + nBr = NaBr + C^{12}H^2Br^4O^2 + nBr.$$

» On trouve vers 15° :

Tribromophénate de soude diss. + Br dissous.............. $+ 13^{Cal}, 82$

» En définitive on a donc pour la réaction :

$$C^{12}H^6O^2\,\text{diss.} + (4Br^2 + nBr)\,\text{diss.} = (4HBr + nBr)\,\text{diss.} + C^{12}H^2Br^4O^2\,\text{sol.}$$

	Cal
Premier procédé	+ 73,69
Deuxième procédé	+ 73,72
Troisième procédé	+ 73,90
Moyenne	+ 73,77

» Comparons maintenant avec des chiffres obtenus dans des mêmes conditions par MM. Berthelot et Werner pour les trois équivalents d'hydrogène :

$C^{12}H^6O^2$ diss. +	Br^2 diss.	$= C^{12}H^5BrO^2$ sol. + HBr diss....	+ 26,3
	+ $2Br^2$ diss.	$= C^{12}H^4Br^2O^2$ sol. + 2HBr diss....	+ 46,3
	+ $3Br^2$ diss.	$= C^{12}H^3Br^3O^2$ sol. + 3HBr diss....	+ 68,4
	+ $4Br^2$ (excès)	$= C^{12}H^2Br^4O^2$ sol. + 4HBr diss....	+ 73,7

» On voit que la substitution du premier hydrogène dégage $26^{Cal}, 3$, du second $20^{Cal}, 0$, du troisième $22^{Cal}, 1$ et pour le quatrième seulement $5^{Cal}, 3$, nombre dont la petitesse explique la facilité plus grande avec laquelle le quatrième équivalent de brome peut être enlevé et remplacé par l'hydrogène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un camphre monochloré monobromé.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« En traitant le camphre monochloré normal α par la quantité théorique de brome, on le transforme en camphre monochloré monobromé

$$C^{10}H^{15}ClO + 2Br = C^{10}H^{14}ClBrO + HBr.$$

» Ce dérivé bisubstitué a été obtenu en traitant, en tube scellé, pendant cinq heures à 110°, 18^{gr} de camphre monochloré par 16^{gr} de brome.

» Le liquide rougeâtre obtenu, chargé d'acide bromhydrique, est lavé à l'eau à plusieurs reprises pour enlever toute trace d'acide. On le dissout ensuite dans l'alcool à 93°, que l'on soumet au froid. Une masse semi-liquide jaunâtre se dépose, au sein de laquelle apparaît bientôt un corps solide, que des cristallisations répétées au sein de l'alcool, à l'aide du froid, permettent d'obtenir pur.

» L'analyse a donné :

Pour 0,4942 de matière :

CO^2	0,832
H^2O	0,244

et pour 0,4202 de matière :

Ag Cl + Ag Br	0,511

	En centièmes.	Théorie.
C	45,91	45,20
H	5,48	5,27
Cl	13,06	13,37
Br	29,44	30,13

» Dans une préparation, au lieu d'exposer la solution alcoolique au froid, nous l'avons abandonnée plusieurs semaines à la lumière dans un ballon ouvert. Le corps s'est déposé sous la forme de rayons blancs, jaunâtres et durs. Il a été ensuite obtenu pur par une seule cristallisation dans l'alcool bouillant.

» Ce corps contracte probablement une combinaison avec HBr, combinaison liquide, poisseuse, qui rend l'extraction du corps difficile. Les lavages et longues macérations dans l'eau du début, le séjour dans l'alcool, facilitent le résultat final.

» Malgré ces précautions, le rendement paraît faible. Il n'a pas dépassé

40 pour 100 dans nos expériences. Il se forme aussi des corps liquides, produits de substitution plus avancés sans doute.

Le camphre monochloré monobromé cristallise en paillettes, lorsqu'il se dépose brusquement d'une solution alcoolique chaude, ou sous forme de houppes cristallines, quand il s'est déposé lentement.

» Il est faiblement odorant, a une saveur légèrement amère : il rappelle les corps substitués voisins.

» Il est insoluble dans l'eau, assez peu soluble dans l'alcool froid, très soluble dans l'alcool bouillant, dans l'éther, le chloroforme. Il fond à 95°-96°.

» Son pouvoir rotatoire, pris au sein du chloroforme, est de

$$[\alpha]_j = +78.$$

» Il ne distille pas sans décomposition et noircit avec dégagement d'acides chlorhydrique et bromhydrique.

» Le caractère cristallin de ce camphre substitué, son point de fusion plus élevé, sa solubilité assez faible dans l'alcool froid, sa physionomie générale, en un mot, nous autorisent à rapporter ce corps à la série α, que nous avons appelée *normale*, des produits substitués déjà obtenus. Nous le distinguons d'un produit congénère isomérique dont nous achevons l'étude, et que ses caractères physiques rapprochent de la série β. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la liqueur de Fromherz.* Note de M. **E.-J. Maumené.**

« La liqueur cuivrique dont l'action sur les glucoses, découverte par Fromherz, a été si bien utilisée par Barreswil, est surtout formée d'un tartrate double de cuivre et d'un alcali, potasse ou soude, et d'un excès plus ou moins considérable de l'un ou de l'autre alcali.

» Ce mélange est doué d'une action si variable, avec une même espèce de glucose, que les chimistes ont adopté de nombreuses formules, dont la comparaison peut être faite par le Tableau ci-dessous :

	$SO^{31}CuO(HO)^5$.	$C^8H^6O^{12}$.	$(KO)^9(HO)^{47}$.	$(NaO)^9(HO)^{31}$.
Barreswil	30	37,5	55	15 (1)
Fehling	34,66	123	76	146
Boussingault	40	106	90	181,5
Pasteur	40	105	134	181,5
Maumené	41,67	16,67	8,7	27,6

(1) D'après sa formule. Mais on trouve dans Malaguti et dans le *Dictionnaire de Chimie*

» Ces liqueurs diffèrent très notablement par la facilité d'oxyder le glucose d'une part, ou leur propre acide tartrique d'autre part. La liqueur Maumené présente la propriété de ne produire aucune action, même à 100°, avec du glucose pur : il faut ajouter l'équivalent de potasse pour donner au sel de cuivre une activité précise.

» Ma Théorie générale établissant entre la potasse et la soude une grande différence, j'ai voulu comparer deux liqueurs tartrocuivriques préparées, l'une avec de la potasse pure, l'autre avec de la soude pure. Comme je l'avais prévu, la différence a été très grande.

» La liqueur potassique a été composée suivant la formule indiquée ci-dessous pour 1^{lit} :

	Équivalent.
Sulfate de cuivre....................	$41^{gr},67 = \frac{1}{3}$
Bitartrate de potasse..................	$20,89 = \frac{1}{9}$
Potasse caustique (KO)...............	$10,44 = \frac{4}{9}$

et de l'eau jusqu'à 1000^{cc}.

» La liqueur renferme ainsi du tartrate $(CuO)^3(KO)^3$, elle est d'un beau bleu *céleste*. Elle agit avec le glucose de la manière connue.

» La liqueur sodique, préparée dans les mêmes proportions avec de la soude pure au lieu de potasse, ne donne avec le glucose aucune action; elle est d'un bleu intense, mais moins azuré que la solution de potasse. Avec cette liqueur, on ne peut produire aucune des oxydations du glucose donnant les acides $C^{12}H^{12}O^{14}$, $C^{12}H^{12}O^{16}$, ... »

MATIÈRE MÉDICALE. — *De l'*Artemisia gallica *Wild., comme plante à santonine, et de sa composition chimique.* Note de MM. **Ed. Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Ad. Chatin.

« L'*Artemisia gallica*, Wildenow, si commune en France, est, comme toutes les autres espèces indigènes du même genre, complètement négligée au point de vue thérapeutique. L'art de guérir obéit trop facilement à la tendance naturelle qui porte à apprécier ce qui vient de loin. Cependant, l'abondance avec laquelle toutes nos espèces indigènes d'*Artemisia* sont répandues spontanément sur notre sol, et particulièrement celle qui nous occupe ici, avait depuis longtemps fixé notre attention, et nous nous demandions

industrielle une indication différente : mêler du sulfate de cuivre avec du tartrate neutre de potasse et ajouter de la potasse jusqu'à la coloration céleste. Barreswil a-t-il connu lui-même l'avantage de la potasse pure?

si ces plantes ne méritaient pas quelques recherches. Différentes considérations nous ont conduits à nous poser cette question. La première, c'est que, selon nous, très vraisemblablement, le fameux Σαντόνιος, décrit par Dioscoride, comme vermifuge très apprécié dans l'antiquité, et qui reçut ce nom de sa patrie, le pays des Santones, en Gaule (la moderne Saintonge), n'est autre que l'*Artemisia gallica;* la seconde repose sur l'homogénéité du groupe au point de vue botanique, nous permettant de conclure avec quelque vraisemblance à la similitude d'action et de constitution chimiques.

» D'autre part, cette étude nous a paru d'autant plus utile à entreprendre que les plantes aujourd'hui usitées en France, soit comme *semen-contra*, soit pour la préparation de la *santonine* (*Artemisia maritima* Besser, et *A. Cina* Wilkom.), croissent abondamment surtout en Russie et dans le Turkestan, alors que les *Artemisia* indigènes, dédaignées et inconnues, foisonnent sur notre sol, sans profit pour notre commerce qui est absolument tributaire de l'étranger sur ce point.

» Devons-nous rester toujours dans cet état de dépendance vis-à-vis de l'Orient?

» Cette Note a pour objet de répondre partiellement à cette question. Nous ne donnons ici que les conclusions de nos recherches.

» 1° L'Artémise gauloise renferme, dans toutes ses parties, et aux proportions de 1 pour 100, une huile essentielle en même temps qu'un composé cristallin qui passe à la distillation (camphre?).

» 2° Soumises à l'action de l'éther de pétrole, les calathides abandonnent 3 pour 100 d'extrait, qui contient principalement de la *cire*, de la *matière colorante jaune* et un peu de chlorophylle.

» 3° Le chloroforme en extrait de la *santonine* dans une proportion assez élevée, en même temps qu'une *matière résineuse* qui paraît être un isomère de la santonine.

» 4° L'alcool enfin enlève à la plante entière de la *glycose*, du *tannin*, de la *matière colorante*, et un *alcaloïde* caractérisé par les réactions des iodures doubles, des phosphomolybdate et phosphotungstate de sodium.

» La nature azotée de ce dernier composé se reconnaît facilement, soit par l'action de la chaux caustique qui dégage de l'ammoniaque, soit par la calcination au contact du sodium, opération assurant la transformation du produit en cyanure et la réaction du bleu de Prusse. Nous fixerons ultérieurement les conditions physiques et chimiques de cet alcaloïde. Mais son existence nous paraît digne d'intérêt, car, jusqu'ici, on n'a jamais signalé la présence d'une base organique dans les plantes à santonine.

» Dans une prochaine Note, nous fixerons les poids des composants indiqués dans *Artemisia gallica* et nous nous occuperons, au même point de vue, de ses congénères indigènes, *A. vulgaris* L., *A. campestris* L. et *A. glutinosa* Gay, très communes dans le midi de la France. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique de l'hexahydrure de β-collidine, ou isocicutine.* Note de MM. BOCHEFONTAINE et ŒCHSNER DE CONINCK, présentée par M. Vulpian.

« L'hexahydrure de β-collidine est un alcaloïde liquide dont la synthèse a été effectuée par l'un de nous [1] en fixant directement six atomes d'hydrogène sur la β-collidine dérivée de la cinchonine, suivant la réaction

$$C^8H^{11}Az + H^6 = C^8H^{17}Az.$$

» La faible quantité de cette substance dont nous pouvions disposer ne nous a pas permis d'en faire une étude physiologique complète. Cependant les résultats que nous avons obtenus dans nos expériences sont assez caractéristiques pour que nous puissions déterminer dès à présent l'action physiologique de cet alcaloïde et la communiquer à l'Académie.

» I. Dans une première série d'expériences on a injecté chez plusieurs *grenouilles*, sous la peau de l'avant-bras ou du tarse d'un côté, $0^{gr},012$ à $0^{gr},014$ d'hexahydrure de β-collidine, tantôt pur, tantôt additionné d'un poids égal d'eau alcoolisée. Vingt-cinq minutes environ après l'injection, ces grenouilles étaient engourdies, inertes, en résolution à peu près complète : par instants, lorsque l'on donnait une secousse au bocal qui les contenait, elles présentaient quelques mouvements des membres, très faibles et peu étendus. Les mouvements respiratoires et les battements du cœur étaient conservés; la contractilité musculaire et l'excito-motricité nervo-musculaire, étudiées avec la pince de Pulvermacher, étaient diminuées. Au bout de quelques heures, les grenouilles revenaient entièrement à l'état normal.

» Avec une dose double d'alcaloïde, soit $0^{gr},025$ à $0^{gr},030$, la résolution est complète au bout de huit minutes seulement. On voit alors des convulsions fasciculaires dans les masses musculaires. Vingt-cinq minutes après l'injection, les mouvements réflexes sont abolis aussi bien que les mouvements spontanés. A ce moment, on sectionne le nerf sciatique (du côté

(1) ŒCHSNER DE CONINCK, *Comptes rendus*, 16 juin 1884.

opposé à celui où l'injection a été pratiquée), et l'on excite le bout central de ce nerf : on n'obtient aucun mouvement. Le même résultat est obtenu si l'on opère sur une grenouille dont les deux pattes postérieures sont intactes et chez lesquelles l'injection hypodermique a été poussée sous la peau de l'avant-bras. La même excitation électrique portée sur le bout périphérique du nerf sciatique détermine des mouvements légers dans les orteils de la patte correspondante.

» Quelques minutes plus tard, ce bout périphérique du nerf sciatique perd entièrement son excito-motricité. A ce moment, le cœur de l'animal bat encore régulièrement 20 fois par minute.

» Seize heures après l'expérience, la grenouille est en rigidité cadavérique; cependant les battements du cœur ne sont pas complètement arrêtés et ils ne cessent que vingt-quatre heures après le début de l'expérience, alors que la contractilité a disparu depuis un certain temps dans les muscles de la vie de relation.

» Afin de bien étudier les conditions dans lesquelles survient l'abolition de l'excito-motricité nervo-musculaire, nous avons répété l'expérience classique de Cl. Bernard, c'est-à-dire lié une artère iliaque, puis injecté sous la peau d'un avant-bras la dose d'hexahydrure de β-collidine capable d'entraîner la perte de l'excito-motricité. Les grenouilles soumises à l'expérience ont perdu les mouvements spontanés, puis les mouvements réflexes. Bientôt après l'excito-motricité a été abolie dans le membre normal, alors qu'elle existait encore dans le membre dont la circulation sanguine était interrompue par la ligature de l'artère correspondante.

» II. Chez le Cobaye, *cinq centigrammes* d'hexahydrure de β-collidine additionnés d'eau alcoolisée entraînent un affaiblissement général progressif, accompagné d'agitation et de frissons. La mort survient au bout d'un quart d'heure environ sans convulsions, chez un animal du poids de 480 grammes.

» III. Nous n'avons pu faire qu'une expérience chez le chien.

» Chez un animal d'assez grande taille, on a injecté sous la peau en divers points du corps $1^{gr},28$ d'hexahydrure de β-collidine.

» Il est survenu des frissons, un accès convulsif avec raideur des membres, puis l'animal s'est affaissé sur le flanc, pour ne plus se relever. L'intelligence est conservée, car le chien tourne la tête et le regard vers celui qui l'appelle, cherche à se lever et flatte de la queue. Cette conservation de l'intelligence persiste jusque dans le voisinage de la mort, alors que la res-

piration est extrêmement affaiblie, que la circulation commence à être insuffisante et que la muqueuse buccale est violacée.

» La mort est survenue trois heures vingt minutes après l'injection.

» En résumé, l'hexahydrure de β-collidine abolit, chez la grenouille, d'abord les propriétés de la moelle et du bulbe, puis l'excito-motricité nervo-musculaire, la contractilité musculaire et enfin les battements du cœur.

» Chez les Mammifères supérieurs, elle produit la mort par affaiblissement général et arrêt de la respiration.

» Cette substance possède une action curarisante considérable; mais, en même temps qu'elle exerce cette influence, elle agit aussi sur les centres nerveux. Les animaux à sang froid, tels que la grenouille, empoisonnés avec le curare, reviennent à la vie au fur et à mesure qu'ils éliminent ce curare. Il en serait de même pour notre hexahydrure s'il n'avait pas encore une autre action toxique, portant sur le névraxe. Mais, en vertu de cette action, les animaux qui ont reçu une dose paralysante d'hexahydrure de β-collidine meurent fatalement.

» Ces propriétés principales, caractéristiques, sont celles que l'un de nous a reconnues à la cicutine [1].

» Par conséquent, l'hexahydrure de β-collidine, isomère de la cicutine, possède une action physiologique analogue à celle de l'alcaloïde de la ciguë. Aussi nous proposons pour l'alcaloïde synthétique étudié dans cette Note le nom d'*isocicutine*, qui rappellera tout à la fois ses principaux caractères chimiques et physiologiques. »

OPTIQUE. — *Définition, classification et notation des couleurs.* Note de M. J. Carpentier, présentée par M. Mascart.

« La couleur d'une surface, en tant que propriété optique, serait entièrement définie si l'on indiquait son pouvoir réflecteur pour tous les rayons simples. Une telle définition serait beaucoup trop complexe pour être formulée; mais l'expérience montre que, au moins pour l'impression physiologique, *une couleur est définie par ses pouvoirs réflecteurs pour trois rayons simples déterminés, convenablement choisis dans l'échelle du spectre.* En d'autres termes, deux surfaces auxquelles notre œil attribue la même couleur possèdent les mêmes pouvoirs réflecteurs pour les trois mêmes

---

[1] Bochefontaine, *Comptes rendus*.

rayons d'épreuves, et deux surfaces qui diffèrent par l'un au moins de ces pouvoirs nous apparaissent sous des couleurs distinctes.

» Cette loi n'est sans doute qu'une approximation, mais elle représente si exactement les phénomènes, qu'elle justifie les tentatives, inspirées à plusieurs physiciens célèbres, pour réduire à trois le nombre des couleurs simples.

» Les procédés expérimentaux, par lesquels on arrive à vérifier la loi et à en tirer d'utiles conséquences pour la pratique, conduisent à substituer à la considération du pouvoir réflecteur celle d'un élément qui n'en diffère que par un facteur constant, et que nous appellerons *pouvoir reflétant;* c'est le rapport de la quantité d'une lumière simple, que renvoie une surface colorée, à la quantité de la même lumière que renverrait une surface blanche, placée dans les mêmes conditions.

» Il est bon de remarquer que, bien qu'une couleur aperçue à la lumière du jour nous apparaisse plus ou moins rabattue, pour employer une expression de M. Chevreul, suivant que le jour est plus ou moins vif, et que, en réalité, elle change d'aspect à mesure qu'on la fait passer de la pleine lumière à l'obscurité, cette définition est indépendante de l'éclairement. Elle donne à chaque couleur une caractéristique qui n'a rien de relatif.

» Pour déterminer les pouvoirs reflétants, j'ai conçu une méthode et un appareil qui éliminent les causes d'erreurs propres à l'observateur. L'appareil, exécuté d'abord grossièrement, est actuellement en construction chez M. Duboscq; je me propose de l'employer à reprendre mes premières déterminations et de donner un Tableau des résultats obtenus.

» La considération des pouvoirs reflétants permet de donner des couleurs une représentation géométrique assez curieuse. Une couleur, déterminée par trois pouvoirs reflétants, peut être assimilée à un point dans l'espace, rapporté à trois plans rectangulaires, ayant pour coordonnées les trois pouvoirs de cette couleur. Le blanc a les pouvoirs reflétants maxima : représentons-le par un point, dont les trois coordonnées sont égales entre elles et égales à neuf unités. Toutes les autres couleurs sont représentées par des points compris dans le cube formé par les trois plans coordonnés, et trois autres plans, parallèles aux plans coordonnés, passant par le point image du blanc; le noir est à l'origine.

» Divisons les arêtes du cube en neuf parties égales; faisons passer par les points de division des plans parallèles à ses faces. Nous aurons ainsi formé, à l'intérieur du cube principal, 729 ($=9^3$) petits cubes secondaires, dont les sommets se trouvent en mille points distincts. Ces mille points

sont tous ceux dont les coordonnées sont représentées par des nombres entiers compris entre 0 et 9 inclusivement.

» On peut alors, à l'aide d'une notation symbolique, désigner chacun des mille points par le nombre formé en écrivant, à la suite l'un de l'autre et dans un ordre invariable, les trois chiffres correspondant à ses coordonnées. La formule générale de ces symboles est XYZ, et leur succession celle de tous les nombres entiers compris entre 0 et 999, inclusivement.

» Ce système permet donc de formuler mille couleurs par la série des nombres naturels de 0 à 999; dans ces nombres, chaque chiffre, par son rang, prend une signification précise; le chiffre des unités représenterait le pouvoir reflétant relatif à une lumière simple déterminée, le rouge, par exemple, pris à une place bien définie du spectre solaire; le chiffre des dizaines, le pouvoir reflétant pour le jaune; le chiffre des centaines, le pouvoir reflétant pour le bleu. Le nom d'une couleur ne serait autre que l'énoncé du nombre qui la symbolise.

» Ce système de nomenclature et de classement pourrait recevoir le nom de *classification cubique*, à cause de la représentation géométrique qui le figure le mieux.

» Le réseau formé par mille couleurs à coordonnées entières peut paraître insuffisant, surtout pour les gammes les plus riches; rien ne s'oppose à ce que, dans la détermination des pouvoirs reflétants, on admette une décimale, et qu'on étende le mode de notation. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des glandes et des lymphatiques qui entrent dans la constitution de la bourse de Fabricius.* Note de M. **Retterer**, présentée par M. Robin.

« Malgré les nombreux travaux dont l'organe des oiseaux, décrit sous le nom de *bourse de Fabricius*, a été l'objet, les avis sont très partagés en ce qui concerne son rôle physiologique. Une étude détaillée, poursuivie particulièrement sur l'*Uria troile*, le pigeon commun, la poule, etc., nous a conduit aux résultats suivants.

» Cet organe représente un sac dont l'extrémité postérieure s'ouvre dans le cloaque; ses parois comprennent, de dehors en dedans, c'est-à-dire en allant de la surface péritonéale vers la cavité centrale, les parties suivantes: 1° une *tunique séreuse*, épaisse de $0^{mm},016$ en moyenne; vers la portion avoisinant le rectum, cette tunique augmente notablement d'épaisseur et se remplit de tissu adipeux; 2° une *tunique musculaire*, épaisse de $0^{mm},180$

chez l'*Uria;* celle-ci est constituée par deux plans musculaires : l'externe, formé de faisceaux de fibres-cellules à direction longitudinale; l'interne, de faisceaux à direction perpendiculaire au grand axe de l'organe; chez le pigeon, la tunique musculaire est plus mince et les faisceaux sont, par places, plus ou moins écartés les uns des autres; 3° une *tunique muqueuse,* dont l'épaisseur très variable peut être de quelques millimètres. Proéminent de distance en distance sous forme de colonnes ou de lamelles, le chorion de la muqueuse détermine une suite de saillies et de parties rentrantes, les unes et les autres tapissées par un épithélium prismatique à plusieurs couches, dont l'épaisseur est de $0^{mm},060$ à $0^{mm},090$. Les dépressions en cul-de-sac ne sont pas simples; elles se subdivisent dans la profondeur du chorion et arrivent jusque auprès de la tunique musculaire. Sur les coupes, elles donnent l'aspect d'autant de canaux excréteurs qui traverseraient l'épaisseur du chorion, bien que ce ne soient là que de minces enfoncements et non des conduits donnant passage à quelque liquide qui viendrait de la profondeur.

» Le chorion de la muqueuse de la *bourse* est constitué par du tissu cellulaire, formant contre la tunique musculaire une lame continue, épaisse de $0^{mm},100$ à $0^{mm},120$. De cette dernière partent des cloisons de tissu cellulaire qui, en se dirigeant vers la surface libre de la muqueuse, circonscrivent des aréoles contenant des corps particuliers, qui sont des *follicules clos*, généralement nombreux, plus ou moins rapprochés dans l'épaisseur du chorion, ne communiquant pas avec la cavité de la bourse, ne versant rien à la face interne de la muqueuse qui la tapisse.

» Ces follicules, depuis plusieurs années signalés, se présentent sous forme de grains ovoïdes, grisâtres, opaques, dont la surface est çà et là plus ou moins aplatie par pression réciproque. Leur diamètre varie de $0^{mm},200$ à $0^{mm},500$. Chacun est composé d'une trame délicate de tissu cellulaire, d'éléments épithéliaux et de vaisseaux sanguins. La trame se compose de corps fibroplastiques dont les prolongements s'anastomosent, de façon à produire des mailles dans lesquelles se trouvent emprisonnés les éléments de tous points analogues à ceux des glandes lymphatiques. Elle existe sans discontinuité dans toute la masse du follicule, avec cette différence que dans la portion centrale les mailles atteignent un diamètre de $0^{mm},012$, tandis que la portion corticale offre un réseau plus serré, les mailles n'ayant que $0^{mm},006$ à $0^{mm},008$. Les injections montrent que le follicule est vasculaire dans toutes ses parties : des vaisseaux sanguins, larges de $0^{mm},02$, pénètrent dans la substance corticale, se subdivisent en

capillaires très fins qui plongent dans la substance médullaire où ils forment, par de nombreuses anastomoses, des mailles de capillaires larges de $0^{mm},060$, dans le sens du petit diamètre du follicule clos, et deux à trois fois plus allongées dans l'autre sens.

» Des follicules clos, analogues aux précédents, existent aussi du reste en quelques points de la fin de l'intestin grêle des oiseaux.

» La trame du tissu cellulaire des follicules clos se continue directement avec les cloisons du tissu cellulaire du chorion de la muqueuse qui les réunissent et les séparent en même temps les uns des autres. Les cloisons se présentent sous forme de travées amenant les vaisseaux sanguins, et tapissées à leur superficie d'un épithélium plat. Grâce au nitrate d'argent, on constate que ces éléments épithéliaux, ayant chacun un petit diamètre de $0^{mm},008$ à $0^{mm},012$ et un grand diamètre de $0^{mm},02$, offrent des contours irréguliers, sinueux et dentelés, tels que ceux qui revêtent intérieurement les vaisseaux lymphatiques. Ces derniers, en outre, offrent les formes, les resserrements et les dilatations qu'on retrouve partout où existe des conduits vasculaires de cet ordre. En comparant les coupes passant à la surface des follicules clos à celles qui comprennent leur épaisseur, on voit que le revêtement épithélial de ces sinus lymphatiques ne pénètre pas dans la substance folliculaire, mais qu'il s'étend sur leur périphérie en s'étalant, pour ainsi dire, autour de chaque follicule clos.

» Quoi qu'il en soit, rien de plus net que ces lymphatiques autour des follicules comme origine de vaisseaux de cet ordre, provenant ainsi de partout où sont ces follicules dans la *bourse de Fabricius,* point sur lequel il importe d'insister.

» Telle est la constitution de la bourse de Fabricius, jusqu'au niveau de l'orifice par lequel sa cavité s'ouvre dans le cloaque. A cet endroit, toutes ses tuniques se continuent directement avec chacune de celles du réservoir cloacal, sauf les différences suivantes : le chorion de la muqueuse se réduit à $0^{mm},5$ et ne contient plus que quelques follicules clos isolés ; les fibres cellules de la tunique musculaire sont remplacées par des fibres musculaires striées.

» Les faits que nous venons de signaler montrent que, sauf l'absence de villosités et de musculeuse propre du chorion de la muqueuse dans la bourse de Fabricius, les parois de l'organe ont la même texture que celles de l'intestin.

» L'épaisseur relativement considérable du chorion muqueux de la bourse s'explique par l'accumulation en nombre considérable des folli-

cules clos, qui présentent la même structure que les follicules clos chez les Mammifères. Cependant la présence de ces follicules ne reste pas uniquement limitée à la bourse de Fabricius; on en trouve de clairsemés dans le cloaque et dans la portion avoisinante du rectum. Des observations embryogéniques déjà commencées viendront plus tard indiquer le mode de génération et la provenance de ces follicules ([1]). »

EMBRYOLOGIE. — *Sur le rôle physiologique du retournement des œufs pendant l'incubation.* Note de M. **Dareste.**

« La poule qui couve remue fréquemment ses œufs. On imite cette pratique dans l'incubation artificielle en retournant les œufs deux ou trois fois par jour. Tout récemment on a imaginé des procédés mécaniques pour retourner les œufs.

» J'ai considéré pendant longtemps cette pratique comme inutile. Dans mes expériences sur la Tératogénie, je n'avais vu aucune différence entre les œufs immobiles et les œufs remués. Quand je les plaçais dans les conditions de l'évolution normale, les uns et les autres se développaient de la même façon. Mais, dans ces expériences, je ne dépassais pas ordinairement la fin de la première semaine; parce qu'à cette époque les monstruosités ont déjà depuis longtemps apparu dans l'embryon et sont devenues parfaitement reconnaissables.

» De nouvelles recherches m'ont prouvé que l'immobilité des œufs pendant l'incubation exerce une influence nuisible sur l'embryon, et le fait généralement périr à une époque plus ou moins éloignée de la mise en incubation. Les œufs maintenus immobiles pendant toute la durée de l'incubation ne donnent donc que très peu d'éclosions.

» J'ai pu constater, par de nombreuses observations, le mécanisme de la mort dans les œufs immobiles.

» L'allantoïde contracte des adhérences avec le jaune. De plus, ces adhérences sont souvent assez fortes pour exercer une constriction sur l'extrémité du jaune qui se rompt et laisse échapper une partie des éléments qu'il contient. Cette déchirure des parois du jaune reste parfois béante, tandis que dans d'autres cas elle se cicatrise. Mais j'ai toujours trouvé dans

---

([1]) Les recherches que résume cette Note ont été faites et se poursuivent dans le Laboratoire du Cours d'Histologie, à la Faculté de Médecine, et dans le Laboratoire de Zoologie et de Physiologie de l'État, à Concarneau.

l'albumine, en plus ou moins grande quantité, les éléments parfaitement reconnaissables du jaune.

» Ces adhérences de l'allantoïde et du jaune, et les ruptures qui en sont la suite, peuvent déterminer la mort de l'embryon dès la seconde semaine de l'incubation. Toutefois, le plus ordinairement, l'embryon ainsi affecté atteint le terme de l'incubation. Mais il ne peut éclore. Le jaune, adhérant à l'allantoïde et retenu par elle, ne peut pénétrer dans la cavité abdominale. L'embryon périt alors du dix-neuvième au vingtième jour.

» Ces faits de mort de l'embryon avant l'éclosion étaient-ils imputables à l'immobilité où j'avais tenu les œufs pendant l'incubation?

» Pour répondre à cette question, j'ai fait une expérience comparative.

» J'ai placé dans deux couveuses et soumis à des conditions parfaitement identiques des œufs ayant la même provenance. Les œufs de la première couveuse furent maintenus dans l'immobilité; les autres furent retournés deux fois par jour.

» Les huit œufs de la première couveuse ne m'ont donné aucune éclosion. Tous les embryons étaient morts dans le courant de la seconde et de la troisième semaine.

» Sur les huit œufs de la seconde, six m'ont donné des poulets qui sont éclos sans aucune difficulté. Un septième, que j'ai ouvert le vingt-deuxième jour, contenait un poulet vivant et bien conformé, qui serait probablement éclos si je l'avais encore laissé dans la couveuse. Le huitième était mort vers le vingtième jour; le jaune n'avait pas pénétré dans la cavité abdominale, retenu par des adhérences avec l'allantoïde. C'était par conséquent le seul qui n'avait pas éprouvé l'influence utile du retournement.

» Cette expérience, parfaitement significative, montre que le retournement quotidien des œufs a pour résultat ordinaire d'empêcher les adhérences de l'allantoïde et du jaune, adhérences qui font obstacle à l'éclosion. Comment le retournement des œufs produit-il ces effets? Très probablement en activant les mouvements de l'embryon et les contractions de l'allantoïde, et en empêchant, par conséquent, le contact prolongé des mêmes parties de l'allantoïde et du jaune. On s'explique ainsi comment, d'une manière exceptionnelle, les adhérences pourront s'établir dans des œufs immobiles ou ne pas s'établir dans des œufs remués, puisque les mouvements de l'embryon peuvent être accélérés ou ralentis par un très grand nombre de causes diverses.

» La pratique du retournement quotidien des œufs est donc pleinement justifiée au point de vue de l'éclosion. »

GÉOLOGIE. — *Explication de la concentration des minerais de zinc carbonaté dans les terrains dolomitiques.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Un fait général domine la question des minerais de *zinc carbonaté*: c'est que ces sortes de minerais *sont généralement engagés dans des dépôts dolomitiques* ou *en relation immédiate avec eux*. Tantôt ils sont en assises isolées, *bien stratifiés,* et évidemment contemporains des roches encaissantes; ailleurs les assises dolomitiques, creusées de cavernes et de couloirs, montrent le *zinc carbonaté* incrusté sur les parois de ces cavités : c'est alors un minerai *en amas,* non contemporain de la roche sur laquelle il repose.

» Pour expliquer ce grand fait de l'association des minerais de *zinc carbonaté* avec les terrains dolomitiques, j'ai institué une série de recherches, dont je détache la partie suivante, suffisante pour le moment.

» Dans trois flacons, j'ai mis une même quantité de chlorure de zinc; puis j'ai ajouté, dans le flacon n° 1, du carbonate de magnésie ($3CO^2, 4MgO + 4H^2O$); dans le n° 2, un mélange, à équivalents égaux, de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie; dans le n° 3, du carbonate de chaux seul. Dans les trois cas, la quantité de bases carbonatées représentait environ cinq fois l'*équivalent* du zinc dissous.

» Les flacons furent abandonnés à eux-mêmes pendant une heure et fortement agités toutes les cinq minutes. Au bout de ce temps, un même volume du liquide de chacun d'eux fut filtré, puis traité par l'acide chlorhydrique et un léger excès d'ammoniaque, de manière à avoir une dissolution parfaitement limpide; ils furent ensuite additionnés de quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque. Le liquide n° 1 ne donna qu'un précipité relativement faible, le n° 2 un précipité bien plus considérable, et le n° 3 un précipité bien plus abondant encore. Au bout de douze heures, on refit la même série d'essais. Le n° 3 donna toujours un précipité très abondant, le n° 2 un précipité bien plus faible que dans le premier cas, mais le n° 1 ne donna plus aucun précipité : dans ce dernier, tout le zinc avait été séparé à l'état insoluble et était resté sur le filtre avec la magnésie en excès. Au bout de quarante-huit heures, le zinc était aussi précipité presque complètement dans le n° 2, tandis qu'il restait en très grande partie à l'état soluble dans le n° 3.

» Une conclusion d'une portée générale résulte de ce qui précède : si des sels de chaux, de magnésie et de zinc existent en dissolution dans une

eau, que le calcaire ou la magnésie puisse s'isoler à l'état de carbonate, le zinc ne se séparera pas *avec le carbonate de chaux,* mais se précipitera au contraire *avec le carbonate de magnésie.* Si, d'un autre côté, le carbonate de chaux et le carbonate de magnésie se précipitent à la fois, le zinc se séparera, mais en suivant toujours le carbonate de magnésie.

» Appliquons ces résultats à la question que nous étudions.

» *Minerais stratifiés.* — Les minerais stratifiés de *zinc carbonaté* sont toujours associés à des dépôts dolomitiques, parce que, dans toute dissolution aqueuse contenant du zinc à l'état soluble, ce zinc se précipitera toutes les fois que, dans cette dissolution, il se formera du carbonate de magnésie ou un mélange de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie. La formation des dépôts dolomitiques n'étant que la réalisation même de ces conditions, il en résulte que, si les mers au sein desquelles se précipitait la dolomie renfermaient du zinc en dissolution, les dolomies doivent nécessairement contenir du zinc. Or, j'ai montré que les mers de tous les âges, même celles de l'époque actuelle, contenaient en dissolution des quantités sensibles de zinc. Dès lors, sans nous préoccuper des conditions sous l'influence desquelles se sont formées les dolomies sédimentaires (question que j'examinerai prochainement), une conclusion définitive résulte de ce qui vient d'être exposé : c'est que les dépôts dolomitiques doivent renfermer du zinc à l'état de diffusion complète et que, sous l'influence de causes spéciales que j'examine du reste en détail, ces combinaisons de zinc ont pu et dû s'accumuler, en quantités plus ou moins considérables, et constituer, en certains points, des dépôts toujours stratifiés, industriellement exploitables.

» *Minerais en amas.* — L'origine et le mode de formation des minerais de zinc *en amas* se déduisent encore de ce qui précède. Puisque les dépôts dolomitiques sont imprégnés de combinaisons zincifères, les eaux qui ont dissous les calcaires dolomitiques pour former les galeries, les cavernes, etc., contenant aujourd'hui le *zinc carbonaté,* ont dissous, en même temps, les combinaisons zincifères qui faisaient partie des calcaires enlevés par ces eaux ; d'un autre côté, le zinc dissous, arrivant au contact des parois magnésiennes des cavités, s'est précipité sur ces parois, où il constitue aujourd'hui de véritables dépôts stalactiformes.

» Le creusement des roches dolomitiques et les *réactions complexes* qui ont concouru à ce phénomène ont pu se produire à toutes les époques, mais c'est surtout pendant l'*ère tertiaire* qu'il faut les placer, car aucune autre époque de l'histoire de notre globe ne montre, dans la distribution

relative des terres et des mers (et par suite dans les mouvements des eaux), des changements aussi profonds et aussi nombreux.

» En rapprochant les faits qui viennent d'être exposés de ceux que j'ai fait connaître antérieurement, j'arrive à formuler, pour les minerais de *zinc carbonaté*, une explication qui, au moins dans ses traits généraux, n'a plus rien d'hypothétique, puisque j'ai expérimentalement établi tous les éléments sur lesquels elle repose. Elle peut se résumer sous les trois chefs suivants :

» 1° Les minerais de *zinc carbonaté* sont toujours associés à des dolomies, parce que le zinc, comme les éléments de la dolomie, était dissous dans les eaux des mers, et que la cause, quelle qu'elle soit, qui a déterminé la formation de la dolomie, a mis du carbonate de magnésie en contact avec du zinc dissous, contact qui entraîne nécessairement la précipitation du zinc.

» 2° Les dolomies les plus riches en zinc sont celles qui se sont déposées dans les mers anciennes. Il y a pour cela deux raisons : la première, c'est qu'une mer sera d'autant plus riche en substances métallifères *originaires* qu'elle se rapprochera davantage du moment où les premières eaux, très chaudes et très acides, sont venues se condenser à la surface de notre globe et attaquer sa première croûte de consolidation; la seconde, c'est que, indépendamment de cette première provision métallifère *originaire, de beaucoup la plus importante*, les eaux des mers ont encore augmenté cette provision quand elles remuaient et trituraient des débris de roches appartenant à la formation primordiale, et c'est ce qu'elles ont fait presque exclusivement jusqu'au commencement des mers jurassiques, car c'est alors seulement que les dépôts calcaires deviennent tout à fait prépondérants. Voilà pourquoi c'est d'abord *dans des dolomies* et ensuite *dans des dolomies plus anciennes que la base de la formation jurassique* qu'on trouve, en Europe et en Amérique, la presque totalité des zincs carbonatés connus (dolomies de dévonien, du carbonifère, du muschelkalk). Voilà pourquoi, en particulier, on trouve un si grand nombre de gisements de zinc dans les premières assises, toujours très magnésiennes, par lesquelles débute la formation jurassique autour du Plateau central.

» 3° Les minerais de *zinc carbonaté stratifiés* sont contemporains de la roche encaissante; les minerais *en amas* sont beaucoup plus récents et, en outre, ne sont certainement pas du même âge, mais ils ont fait partie du premier groupe et n'en ont été séparés que par une réaction d'ordre secondaire. Dès lors, les uns et les autres ont une même origine, le zinc recueilli

par les premières eaux en arrivant sur notre globe, et celui que, par la trituration des roches primordiales, ces eaux ont ajouté à cette première provision *originaire*. »

GÉOLOGIE. — *Sur les Miliolidées trématophorées.* Mémoire de MM. **Munier-Chalmas** et **Schlumberger**, présenté par M. Hébert. (Extrait par les auteurs.)

« Dans la première partie de leur travail, les auteurs font remarquer que la craie blanche qui s'est déposée pendant l'époque turonienne et sénonienne, contrairement à l'opinion généralement admise, renferme relativement très peu de Foraminifères; au contraire, ces êtres abondent dans les couches crétacées formées de calcaire plus ou moins compact et marneux qui se trouvent intercalées dans les assises qui renferment des Rudistes, comme dans le cénomanien de l'île Madame, dans les couches à *Hippurites cornu vaccinum* de la Provence, des Pyrénées, de l'Espagne ou dans les dépôts daniens de l'Istrie.

» Des savants très distingués avaient cru reconnaître dans les dépôts des mers actuelles, qui contiennent de grandes quantités de Foraminifères, des espèces identiques à celles qui avaient vécu dans les mers crétacées. MM. Munier-Chalmas et Schlumberger sont arrivés à des résultats tout opposés en étudiant, dans les Foraminifères, les caractères internes qui permettent de suivre le développement postembryonnaire. On voit alors combien les causes d'erreur sont nombreuses lorsque les déterminations spécifiques et génériques ne sont basées que sur l'examen des caractères externes.

» Ce n'est qu'à partir du milieu de la période miocène que l'on constate une réelle analogie entre les formes éteintes et les espèces actuelles.

» La deuxième partie de leur Mémoire est consacrée à l'étude du plan général de construction que ces auteurs avaient déjà fait connaître très succinctement dans deux premières Notes relatives au dimorphisme, que M. Hébert a présentées à l'Académie ([1]).

» Dans ce nouveau travail, ils font connaître le *polymorphisme initial* qu'ils viennent de découvrir dans l'*Idalina antiqua*. Dans ce genre, la même espèce peut avoir pour point de départ de son évolution postembryonnaire soit une *Quinqueloculina*, une *Triloculina* ou une *Biloculina*, mais cette disposition des loges est essentiellement transitoire et passagère, car

([1]) *Comptes rendus*, séances des 26 mars et 28 mai 1883.

tous les individus parvenus au terme de leur évolution finale présentent rigoureusement les mêmes caractères extérieurs, quelles que soient leurs modifications initiales. Ces modifications successives ont fait que la même espèce a pu être décrite sous des noms génériques différents.

» Dans la troisième partie de leur Mémoire, MM. Munier-Chalmas et Schlumberger décrivent trois genres nouveaux appartenant au terrain crétacé supérieur de la Provence, les *Idalina, Periloculina* et *Lacazina*.

» Deux de ces genres, en apparence très différents des Miliolidées, appartiennent cependant à cette famille, et il est facile du reste de démontrer leur filiation en étudiant leur développement.

» Les *Lacazina* ont été retrouvées dans les Pyrénées, en Espagne et en Palestine par M. Fraas, qui les a décrites comme étant des *Nummulites* de la période crétacée. »

GÉOGRAPHIE. — *Les canaux et les lagunes de la côte orientale de Madagascar.* Note de M. A. GRANDIDIER.

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur de donner à l'Académie un aperçu du régime hydrographique de Madagascar et de montrer que la crête de partage des eaux, au lieu de diviser l'île en deux parties à peu près égales, comme on le croyait, est située beaucoup plus près de la côte orientale que de la côte occidentale. Cette division de l'île en deux bassins d'inégale grandeur est due à la disposition des montagnes qui, baignant presque leur pied dans l'océan Indien du côté de l'est, s'élèvent de suite par une série de gradins successifs à une hauteur considérable, tandis que, du côté de l'ouest, la pente générale est moins rapide et qu'une vaste plaine sépare le massif de la mer.

» Aussi les rivières qui arrosent la région orientale ont-elles un cours moins long que celles qui coulent vers l'ouest. Il y en a un très grand nombre, mais leur débit est faible pendant une grande partie de l'année, car, descendant un versant fortement incliné, elles ne reçoivent que de petits affluents. A la sortie des montagnes, elles trouvent une plage étroite contre laquelle bute avec violence le grand courant de l'océan Indien, courant qui tend à ensabler continuellement leurs embouchures, et, à cause du volume d'eau peu considérable qu'elles apportent d'ordinaire, la plupart n'arrivent pas à s'ouvrir une issue directe à la mer; si, à la suite d'une crue importante, elles forcent quelquefois la barre de sable qu'accumule jour-

nellement et que maintient le grand courant marin, la passe ainsi momentanément déblayée ne tarde pas à se refermer dès que les eaux baissent.

» Il en résulte que ces rivières, n'ayant pas le plus souvent, au moins entre le 17e et le 23e parallèle, de débouché direct et permanent, prennent sur la plage une largeur et un développement qui trompent sur leur véritable importance, et qu'elles envoient parallèlement à la côte, vers le nord comme vers le sud, des bras qui, tantôt très étroits, tantôt très larges, suivant le niveau et la configuration du terrain, ont d'ordinaire une longueur considérable et qui, en reliant entre elles plusieurs, déversent leurs eaux dans la mer par une bouche unique placée souvent à grande distance des différents confluents.

» Il existe ainsi des chenaux dans toute la partie de la côte orientale de Madagascar qui reçoit le choc direct du grand courant indien, depuis 16°52′ de latitude sud jusqu'à 22°25′, mais cependant, de 16°52′ à 18°13′, ils sont à une distance assez grande les uns des autres, et ce n'est qu'entre la bouche de l'Ivondrona et celle du Matitanana qu'ils deviennent nombreux et assez rapprochés pour pouvoir être utilisés pour la navigation côtière. Entre ces deux rivières, sur une longueur totale de 485^{km}, il y en a vingt-deux, formés par plus de cinquante cours d'eau.

» Ces chenaux ont des dimensions très variables; assez étroits en certaines parties pour qu'une pirogue y passe avec difficulté, ils s'élargissent en d'autres jusqu'à 200^m et 300^m et forment de distance en distance, partout où une dépression du sol s'y est prêtée, des lacs qui ont quelquefois plusieurs milles de large et dont les plus importants et les plus connus sont Nosivé ([1]), Andranokoditra ([2]), Rasoamosay et Rasoabé ([3]), Fenoarivo ([4]), Rangazava ([5]) et Itampolo ([6]). Ils sont séparés de la mer tantôt par

---

([1]) Le lac de Nosivé est compris entre 18°18′ et 18°29′ de latitude sud et 46°59′ et 46°52′ de longitude est.

([2]) Pointe septentrionale : lat. S. 18°36′, long. E. 46°53′. — Pointe méridionale : lat. S. 18°37′45″, long. E. 46°53′15″.

([3]) Pointe septentrionale de Rasoamasay : lat. S. 18°44′30″, long. E. 46°51′. — Pointe méridionale de Rasoabé : lat. S. 18°47′5″, long. E. 46°50′30″.

([4]) Pointe septentrionale : lat. S. 20°42′15″, long. E. 46°10′. — Pointe méridionale : lat. S. 20°43′30″, long. E. 46°9′20″.

([5]) Pointe septentrionale : lat. S. 20°57′30″, long. E. 46°7′50″. — Pointe méridionale : lat. S. 20°59′30″, long. E. 46°7′40″.

([6]) Pointe septentrionale : lat. S. 21°54′45″, long. E. 45°53′. — Pointe méridionale : lat. S. 21°56′40″, long. E. 45°52′45″.

une simple bande de sable de quelques mètres de largeur, tantôt par une plage gazonnée et plus ou moins couverte d'arbres et d'arbrisseaux, qui mesure plusieurs centaines de mètres, quelquefois même plusieurs kilomètres. Ils ne sont pas, du reste, tous navigables, à toute époque du moins; dans la saison sèche, il en est qui contiennent plus de boue que d'eau; cependant, tels que la nature les a faits, ils sont très utiles et facilitent beaucoup les communications et les transports de marchandises le long de cette côte inhospitalière, où le cabotage n'est pas praticable à cause des courants qui y sont violents et de la forte houle qui y règne presque constamment, et où, du reste, il n'y a ni ports, ni havres, pour donner un abri aux bateaux. Nous devons cependant dire que ce canal naturel, si commode à tous égards, a ses inconvénients au point de vue sanitaire, car il entretient sur la plage orientale un foyer de fièvres.

» Les vingt et un isthmes qui séparent ces chenaux, les *Ampanalana*, comme les appellent les Malgaches, parce qu'il faut enlever les pirogues de l'eau pour les traîner par terre au chenal voisin, ont ensemble une longueur de 46^{km}, soit environ la onzième partie de la distance totale; les uns ne mesurent que quelques centaines de mètres, les autres ont de 2^{km} à 3^{km}, un a 8^{km}.

» Il était intéressant au point de vue géographique de faire le levé détaillé de ces chenaux et lagunes dont on ne retrouve nulle part ailleurs, à ma connaissance du moins, une série aussi longue et aussi considérable. Ce levé, que j'ai fait avec soin à la boussole et qui est appuyé sur dix-huit observations astronomiques ([1]), est reproduit à l'échelle de $\frac{1}{145000}$ sur la Carte que je viens de terminer.

» En comparant cette Carte avec celles qui ont paru jusqu'à ce jour, notamment avec la Carte de l'Amirauté anglaise, on voit la différence considérable qui existe entre les anciens tracés, qui sont tout de fantaisie, et celui qui résulte de mes travaux. En effet, au lieu de lacs de grandes dimensions jetés au hasard tout le long de la côte orientale à une distance de la mer souvent considérable, et représentés sans communication entre eux,

([1]) Ce levé s'étend sur toute la côte comprise entre la bouche du Soamianina (lat. S. 16°52′15″, long. E. 47°19′30″) et celle du Matitanana (lat. S. 22°24′15″, long. E. 45°43′), à l'exception de la partie située entre Andovoranto (lat. S. 18°58′, long. E. 46°47′30″) et Mahanoro (lat. S. 19°54′10″, long. E. 46°29′), soit sur plus de 550^{km}. Un touriste anglais a parcouru en 1864 une partie des chenaux et lagunes de la côte orientale de Madagascar, mais son récit ne fournit aucun renseignement exact sur cet ensemble si curieux.

elle montre, comme je viens de le dire, des chenaux étroits, presque continus, qui suivent la plage de près et qui ne s'élargissent qu'exceptionnellement. La plupart des villes et villages qui y sont marqués ont été indiqués pour la première fois par moi, et j'ai aussi rectifié la position des localités inscrites sur les Cartes antérieures qui, à l'exception de quatre [1], étaient erronées de 15^{km} à 20^{km} et plus, puisque, pour l'une d'elles, le Matitanana, l'erreur atteignait 28′, soit environ $51^{km},5$. Ces erreurs de position, qui portent sur des bouches de rivières importantes et sur des villes fréquentées par des traitants créoles dans un but commercial, ont été souvent, pour les capitaines de navires, la cause de retards très préjudiciables aux intérêts de leurs armateurs. »

M. **Neyreneuf** adresse une Note relative à un projet d'expériences pour la détermination de la vitesse du son dans les vapeurs, au moyen des tuyaux à anches.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mars 1885.

Notions sur le phénomène des marées; par M. P. Hatt. Paris, Impr. nationale, 1885; in-8°. (Présenté par M. l'amiral de Jonquières.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Rouen; 1883. *Conférences :* M. Hatt, *Le passage de Vénus sur le Soleil en* 1882. Paris, imp. Chaix, 1884; br. in-8°.

Iconographie pathologique de l'œuf humain fécondé en rapport avec l'étiologie de l'avortement; par G.-J. Martin Saint-Ange. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-4° relié.

Coordonnées parallèles et axiales; par M. M. d'Ocagne. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°.

---

(1) Andovoranto, Mahanoro, Mahela et Mananjara.

Aperçu sur les épizooties de l'Algérie et sur la production animale de la colonie; par M. Delamotte. Alger, impr. Fontana et Cie, 1885; br. in-8°.

Traité d'Analyse qualitative; par R. Fresenius. 7e édition française, traduite de l'allemand sur la 14e édition par le Dr L. Gautier. Paris, F. Savy, 1885; in-8°.

Traité d'Analyse chimique quantitative; par R. Fresenius; 5e édition française traduite de l'allemand sur la 6e édition par C. Forthomme. Paris, F. Savy, 1885; in-8°.

Manuel systématique d'analyse chimique volumétrique; par Fr. Sutton, traduit sur la 4e édition anglaise par le Dr C. Méhu. Paris, G. Masson, 1883; in-8°.

Hygiène du cabinet de travail; par le Dr A. Riant. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°.

Etude sur l'hygiène de Moïse et des anciens Israélites; par le Dr N. Gueneau de Mussy. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; br. in-8°.

Le monde physique; par A. Guillemin. 26e série, liv. 250 à 259. Paris, Hachette et Cie, 1885; gr. in-8° illustré.

Revue critique des oiseaux de la famille des Bucérotidés. — Remarques sur les alouettes du genre Otocorys; *par* M. A. Dubois. Bruxelles, F. Hayez, 1884; 2 br. in-8°. (Extraits du *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.*)

Climat de Menton. Sa spécialisation médicale; par Cazenave de la Roche. Nice, impr. Berna et Barral, 1882; in-18.

Climatologie générale. Des climats froids appliqués au traitement de la phtisie pulmonaire; par Cazenave de la Roche. Nice, impr. Berna et Barral, 1885; br. in-8°.

De l'action des Eaux-Bonnes (*source d'Orteig*) *dans les maladies utérines; par* le Dr Cazenave de la Roche. Clermont (Oise), impr. Daix, 1884; br. in-8°.

Ces trois derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).

Upsala Universitets Arsskrift 1878-1883. Upsala, Akademiska Bokhandeln, 1879-1884; 6 vol. in-8°.

Anales del instituto y observatorio de marina de San Fernando. Seccion 2a : *Observaciones meteorologicas, año* 1883. San Fernando, 1884; in-4°.

Annaes do observatorio do Infante D. Luiz : observações dos postos meteorologicos, 1881-1882. Lisboa, Imp. nacional, 1883-1884; 2 vol. in-4°.

Annaes do observatorio do Infante D. Luiz; vigesimo oitavo anno, 1882; vol. XX. Lisboa, Impr. nacional, 1884; in-4°.

L'Agricoltura in Italia. Dieci anni di Sperienze agrarie eseguite presso la R. Scuola superiore di Agricoltura di Milano; dal direttore Prof. G. Cantoni. Milano, U. Hoepli, 1885; in-8°.

Teoria degli stromenti ottici con applicazione ai telescopi ed alla fotografia celeste del Dr L. Billotti. Milano, U. Hoepli, 1883; in-4°.

Saggio di tavole dei logaritmi quadratici del Conte A. di Prampero. Udine, tipog. Doretti, 1885; in-8°.

Estudio prehistorico sobre la cueva del Tesoro; por Ed.-J. Navarro. Malaga, tip. de la Biblioteca andaluza, 1884; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 mars 1885.)

Page 617, ligne 18, *au lieu de* l'angle nord-ouest, *lisez* l'angle nord-est.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOGRAPHIE. — *La Carte de France du Dépôt de la Guerre à l'échelle du* $\frac{1}{200000}$; *un essai de Carte de la France à l'échelle du* $\frac{1}{50000}$; par M. le Colonel **F. Perrier.**

« *Carte de France du Dépôt de la Guerre à l'échelle du* $\frac{1}{200000}$. — J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, au nom de M. le Ministre de la Guerre, les six premières feuilles parues d'une nouvelle Carte de France, à l'échelle du $\frac{1}{200000}$, portant les noms de *Metz, Nancy, Vesoul, Troyes, Dijon* et *Châlons-sur-Marne*.

» La Carte entière comprendra 80 feuilles ou fractions de feuille. La dimension de chaque feuille est de $0^m,64$ sur $0^m,40$, correspondant à un rectangle de 128^{km} de base sur 80^{km} de hauteur, et embrassant exactement la superficie de 4 feuilles de la Carte de l'État-Major, à l'échelle du $\frac{1}{80000}$.

» Le mode d'exécution de la Carte est très simple : pour chacune des quatre feuilles du $\frac{1}{80000}$, qui correspondent à une feuille du $\frac{1}{200000}$, on tire sur le cuivre une épreuve en bleu pâle; puis, sur chaque épreuve ainsi

obtenue, un dessinateur reprend, à l'encre de Chine additionnée de gomme-gutte, et en les renforçant convenablement, tous les détails de la planimétrie, préalablement vérifiée, qui doivent figurer sur la feuille au $\frac{1}{200000}$, sans s'occuper des écritures. L'assemblage des quatre feuilles est ensuite réduit à l'échelle du $\frac{1}{2000000}$, et l'on obtient par la photozincographie directe une maquette de la planimétrie, dont les dimensions sont exactement ramenées à $0^{m},64$ sur $0^{m},40$, et d'où l'on tire, pour aider le travail du graveur, autant de faux décalques que la Carte comporte de couleurs.

» Les écritures sont gravées directement sur les planches de noir, d'après la Carte au $\frac{1}{80000}$.

» Pour obtenir le figuré du terrain, les dessinateurs exécutent, sur les 16 minutes au $\frac{1}{40000}$, 16 calques des eaux et des courbes de 20^{m} en 20^{m}; chacun de ces calques est ensuite réduit par la photographie à l'échelle du $\frac{1}{2000000}$, et les 16 épreuves, assemblées convenablement par un dessinateur, forment une feuille ayant les dimensions voulues de $0^{m},64$ sur $0^{m},40$, qui est remise au graveur.

» Celui-ci n'a plus qu'à calquer, sur papier glace, les eaux et les courbes réduites, à les décalquer avec précaution sur un faux décalque de la planimétrie, et enfin à les graver; l'hydrographie, qui existe à la fois sur le papier glace et sur le faux décalque, sert à guider l'artiste, et à assurer l'exactitude rigoureuse de l'adaptation de la montagne à la planimétrie.

» La Carte est gravée sur zinc en six couleurs :

» *Le rouge,* affecté aux localités, aux chemins entretenus et carrossables en tout temps, et dans la haute montagne aux chemins muletiers;

» *Le noir,* aux écritures, aux limites administratives, aux voies ferrées et aux chemins importants qui ne sont pas carrossables en tout temps;

» *Le bleu,* aux eaux;

» *Le vert,* aux bois;

» *Le bistre,* aux courbes de niveau.

» Une sixième planche de zinc reçoit un estompage au crayon lithographique, basé sur l'hypothèse de la lumière zénithale, et destiné à relier les courbes entre elles, en donnant du modelé aux mouvements de terrain.

» La nuance gris bleuté, que l'on a adoptée en raison de sa transparence, fait bien ressortir le relief du sol, sans nuire, en pays de montagne, à la lecture des détails de la planimétrie.

» L'équidistance adoptée pour les courbes est de 20^{m}; les formes du terrain sont ainsi suffisamment accusées dans les pays peu accidentés, et bien saillantes dans les pays de moyenne montagne. En pays de haute montagne, l'équidistance est portée à 40^{m}.

» Notre nouvelle Carte au $\frac{1}{200000}$ n'est donc, en définitive, qu'une réduction des minutes de la Carte de l'État-Major.

» Elle a été rédigée de manière à fournir toutes les indications que comporte l'échelle, en évitant, toutefois, la confusion qui résulterait de l'excès même de ces indications. Ainsi elle porte tous les cours d'eau dénommés sur la Carte au $\frac{1}{80000}$, les noms des forêts, des bois importants, les sommets remarquables, les cols, tous les lieux habités, jusqu'aux chefs-lieux de communes, et même les hameaux situés aux embranchements des routes; les routes et chemins carrossables, les chemins de fer à une ou à deux voies, les limites administratives, jusqu'au canton seulement; mais, afin de ne pas surcharger la Carte, on n'a pas indiqué les noms des chaînes de montagnes, ni même les noms des départements, ni les chiffres de la population. Dans l'angle nord-est du cadre, un petit cartouche permet au lecteur de se rendre compte de la division de la feuille par départements, et dans l'angle nord-ouest on trouve les noms des quatre feuilles correspondantes de la Carte au $\frac{1}{80000}$; au bas de la feuille est placé un tableau des signes conventionnels.

» Six feuilles sont déjà publiées; des ateliers spéciaux ont été organisés au Dépôt de la Guerre, qui produiront dix-huit feuilles par année, de sorte que la Carte sera terminée en 1889, et pourra figurer dans notre grande Exposition internationale, où elle formera un magnifique spécimen de la Cartographie moderne.

» *Essai de Carte de la France à l'échelle du* $\frac{1}{50000}$. — Je présente, en outre, à l'Académie, seize feuilles [1] qui sont comme l'amorce d'une nouvelle Carte au $\frac{1}{50000}$ de France, en couleurs, gravée aussi sur zinc.

» Les premiers essais, relatifs à l'exécution de cette Carte, ont été entrepris vers 1881, sous le ministère et presque sous la direction du général Farre. A cette époque, le Ministère des Travaux publics avait déjà formé le projet d'exécuter un nivellement de précision, embrassant la France entière, projet qui n'était que l'un des anneaux du grand programme élaboré par notre éminent Confrère, M. de Freycinet, et, à l'occasion de ce travail, les grandes lignes de la planimétrie du sol français devaient être levées à nouveau ou vérifiées; les courbes de niveau, déterminées par points, seraient tracées sur un répertoire graphique, sorte de vaste recueil,

---

[1] Étain, Vigneulles, Commercy, Vaucouleurs, Nancy, Gondrecourt, Vezelize, Neufchâteau, Mirecourt, Nogent-le-Roi, Darney, Langres, Fayl-Billot, Faverney, Gray et Baume-les-Dames.

par commune, des plans d'assemblage du cadastre, vérifiés ou établis à l'échelle du $\frac{1}{10000}$. Dix ans devaient suffire pour mener à bonne fin cette opération grandiose. Grâce à une entente préalable entre les deux Ministères intéressés à l'œuvre commune, le Dépôt de la Guerre fut chargé, pour sa part, d'établir, à l'aide de ses propres minutes et avec les documents nouveaux, au fur et à mesure qu'ils seraient obtenus et vérifiés, une nouvelle Carte de France, à l'échelle du $\frac{1}{50000}$, en couleurs et par courbes.

» Un projet de loi fut déposé, à cet effet, à la Chambre des Députés, et un crédit fut demandé de 22 000 000^{fr}, répartis en dix exercices; mais les difficultés budgétaires en ont fait ajourner jusqu'ici l'adoption.

» En attendant, le Dépôt de la Guerre avait entrepris, avec ses propres ressources, la publication, à l'échelle du $\frac{1}{50000}$, en courbes et en couleurs, des minutes ou planchettes levées jadis par les officiers sur le terrain, à l'échelle du $\frac{1}{40000}$. Telle est l'origine de cette Carte. Assurément elle n'est pas parfaite; les courbes ne sont pas levées exactement par points : le terrain levé au $\frac{1}{40000}$, en vue de la publication d'une Carte à une échelle moitié moindre, n'est pas fouillé dans tous les replis, dont l'échelle comporterait la représentation. Toutefois, elle constitue un grand progrès vis-à-vis du $\frac{1}{80000}$ en noir, avec hachures : les courbes, même approchées, sont, en effet, très utiles aux ingénieurs, pour la rédaction de leurs avant-projets; la planimétrie se détache nettement, même en pays de hautes montagnes, dans les régions où les hachures rendent souvent confuse la Carte au $\frac{1}{80000}$. La Carte est très lisible, et aurait été accueillie avec faveur par le public.

» C'était là une transformation complète de la cartographie du Dépôt de la Guerre. Les deux échelles du $\frac{1}{50000}$ et du $\frac{1}{200000}$ se substituaient ainsi à celles du $\frac{1}{80000}$ et du $\frac{1}{320000}$; la hachure disparaissait, remplacée par la courbe, avec estompage méthodique et transparent. Enfin, la substitution du zinc au cuivre dans la gravure facilitait étrangement la mise à jour de nos Cartes, rendue si dispendieuse, si longue, et toujours trop tardive, par les planches de cuivre.

» 57 feuilles de la région Nord-Est de la France ont été gravées. C'est peu, si l'on considère que le nombre des feuilles pour toute la France s'élèverait à 1100; mais il nous a été impossible d'aller au delà, à cause de la réduction de nos crédits budgétaires.

» La confection de notre Carte au $\frac{1}{50000}$ est interrompue, et nous ne pouvons dire à quelle époque elle sera reprise.

» La question, toutefois, ne tardera pas à se poser devant le pays, de savoir si le moment n'est pas venu d'en finir avec les levés approchés, et

d'exécuter, une fois pour toutes, un levé général et précis de la France, à une grande échelle, au $\frac{1}{10000}$ ou au $\frac{1}{20000}$, avec courbes de niveau exactes; de reproduire les minutes des planchettes pour les mettre à la disposition des ingénieurs et du monde technique, comme dans les pays étrangers, l'Allemagne, l'Italie, etc., et d'en déduire, à l'usage du grand public et de l'armée, une Carte topographique à l'échelle du $\frac{1}{50000}$, qui serait alors l'exacte représentation du sol.

» La brigade topographique du génie militaire français exécute, sous l'habile direction du commandant de la Noë, des levés de précision qui pourraient servir de modèles; il suffirait d'organiser plusieurs brigades semblables, pour mener à bonne fin, en peu d'années, la grande entreprise du levé général de la France.

» Je présente à l'Académie, en terminant, un modèle de Carte à l'échelle du $\frac{1}{50000}$, que j'ai fait établir d'après les levés de détail du génie militaire : la Carte des *Environs de Toul*, pour montrer quel progrès serait réalisé si la France entière était dotée d'une Carte semblable, où la planimétrie et le relief du sol sont traités avec une égale perfection. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'excitabilité électrique du cerveau proprement dit;* par M. **Vulpian**.

« Depuis les recherches de MM. Fritsch et Hitzig, qui ont été publiées en 1870 et dont les résultats ont été vérifiés par un grand nombre d'expérimentateurs, les physiologistes admettent, d'une façon à peu près unanime, que l'écorce grise des circonvolutions cérébrales contient des centres fonctionnels distincts les uns des autres. C'est dans certains de ces centres que les volitions se transformeraient en incitations motrices : aussi les appelle-t-on *centres moteurs* ou *centres psychomoteurs*.

» Avant 1870, on professait, comme une vérité irrévocablement démontrée par l'expérimentation, que le cerveau proprement dit, substance grise et substance blanche, est entièrement et partout insensible à toutes les excitations, soit mécaniques, soit chimiques, soit physiques, auxquelles on peut le soumettre pendant la vie; qu'aucun de ses points superficiels ou profonds n'est doué de sensibilité ou de motricité. Contrairement à ces données, MM. Fritsch et Hitzig découvrirent que, si l'on fait passer un courant galvanique par la substance cérébrale, en appliquant les excitateurs à la surface de certains points déterminés d'un des hémisphères cérébraux, on provoque des mouvements dans les membres ou dans la face du côté opposé. Il en

est de même lorsqu'on se sert, comme l'a proposé M. Ferrier, de courants faradiques saccadés. Toute autre espèce d'excitation reste sans effet de ce genre. Les mouvements ainsi provoqués sont toujours les mêmes, quand on excite la même région de la surface du cerveau, et ils varient dans une certaine mesure, sous le rapport des muscles mis en action dans tel ou tel membre, ou dans la face, ou dans le cou, etc., suivant que l'on électrise tel ou tel point de la région où l'on admet que se trouve un centre de cérébration motrice pour une de ces parties. Les régions dont l'excitation détermine des mouvements dans le membre antérieur et dans le membre postérieur d'un côté sont situées, chez le chien, dans la partie postérieure du gyrus sigmoïde de l'autre côté. Il y aurait là ainsi deux centres corticaux moteurs : l'un, placé en dehors, dans cette partie du gyrus, serait le centre moteur du membre antérieur; l'autre, ayant son siège en dedans, serait le centre moteur du membre postérieur.

» Les expériences de MM. Fritsch et Hitzig, de M. Ferrier, etc., parurent confirmées par celles de MM. Carville et Duret : ces expérimentateurs montrèrent que l'excision des régions de l'écorce cérébrale, considérées comme des centres moteurs, a pour conséquence la paralysie plus ou moins prononcée des parties dans lesquelles l'excitation de ces régions provoque des mouvements.

» La doctrine des *localisations cérébrales* parut dès lors solidement fondée sur l'expérimentation, d'autant plus que les résultats obtenus sur le chien furent constatés aussi sur d'autres mammifères et, en particulier, sur des singes. Les recherches cliniques de M. Charcot firent voir que les lésions destructives unilatérales des régions de l'écorce cérébrale qui, chez l'homme, correspondent aux régions considérées comme motrices chez les singes, produisent, dans le côté opposé, suivant leur siège, des paralysies du mouvement, soit d'un membre, soit des deux membres, soit de la face.

» Les preuves expérimentales sur lesquelles s'appuie la doctrine des localisations cérébrales sont donc de deux ordres : les unes sont fournies par les effets moteurs de l'électrisation de certaines régions de la surface du cerveau; les autres, par les conséquences de l'ablation ou de la destruction de ces régions. Je ne parlerai que du premier ordre de preuves, et je n'aurai en vue que les expériences faites sur des chiens (1).

(1) Je laisse de côté ce qui concerne les régions corticales que l'on regarde comme des *centres perceptifs*. Les expériences relatives à ces régions sont peu nettes et les physio-

» Pour que l'électrisation de la surface d'une région excitable du cerveau puisse servir d'argument propre à démontrer que la substance grise corticale, à ce niveau, contient le centre moteur de telle ou telle partie du corps, il faut, de toute nécessité, qu'il soit établi que les mouvements produits dans cette partie sont bien dus à l'excitation électrique de la substance grise elle-même, et non à celle de la substance blanche sous-jacente.

» Au niveau des points où l'électrisation de la surface cérébrale provoque des mouvements des membres, de la face, etc., on a reconnu que des faisceaux de fibres nerveuses, excitables aussi par l'électricité et uniquement par ce moyen, partent de l'écorce grise du cerveau pour se rendre directement au pédoncule cérébral correspondant, en traversant le centre ovale de Vieussens et la capsule interne. Ces fibres, dans l'écorce grise, sont évidemment à une faible distance de la surface cérébrale, et l'on conçoit qu'une excitation tant soit peu intense de cette surface puisse aller les atteindre et les mettre en activité fonctionnelle. On ne serait pleinement en droit d'affirmer que les effets de l'électrisation des régions excitables de la surface du cerveau ont réellement pour cause l'excitation de la substance grise corticale elle-même, que si ces effets offraient, dans ce cas, des caractères différents de ceux des résultats de l'électrisation directe des fibres nerveuses sous-jacentes.

» On a prétendu qu'il en est bien ainsi, c'est-à-dire qu'il y a des différences notables entre les effets produits, suivant que l'électrisation porte sur la surface des régions dites *centres moteurs* ou sur les fibres du centre ovale qui proviennent de ces régions.

» L'une de ces différences consisterait en ce que la couche corticale du cerveau, dans les régions motrices, serait plus excitable que les fibres nerveuses qui en partent. C'est effectivement ce qu'on observe lorsqu'on se met dans les mêmes conditions expérimentales que les physiologistes qui ont constaté cette différence. On note quel est, pour le courant faradique dont on dispose, le minimum d'intensité suffisant pour obtenir un mouvement dans une partie du corps, dans le membre postérieur, par exemple, en électrisant la surface de la région où siègerait le centre moteur de ce membre : on enlève ensuite, par excision, cette région de la substance grise corticale; puis, quand l'hémorrhagie est arrêtée, on faradise, sur la

---

logistes s'accordent, en général, à leur attribuer beaucoup moins de valeur qu'à celles qui ont rapport aux régions corticales, dites *centres moteurs*.

surface de section du centre ovale, les faisceaux blancs excitables qui ont été coupés en travers. On voit alors qu'il est nécessaire, pour obtenir le même mouvement du membre postérieur, d'employer un courant un peu plus intense.

» Cette différence, si elle était incontestable, aurait une certaine valeur dans la discussion dont il s'agit. Je dois dire qu'elle n'existe que dans les conditions dont il vient d'être question, conditions assurément très défectueuses, puisque la section qui met à découvert les faisceaux blancs excitables du centre ovale de Vieussens diminue, par suite de l'ébranlement traumatique, de l'hémorrhagie, etc., l'excitabilité de ces faisceaux. Pour comparer cette excitabilité à celle de la surface des régions dites *centres moteurs,* je me sers, comme je l'ai indiqué dans une publication déjà ancienne, d'un fil de cuivre revêtu de gutta-percha et mis à nu seulement à son extrémité libre. Ce fil, qui est relié à l'un des conducteurs de l'appareil à chariot de du Bois-Reymond, est introduit dans la substance blanche, au travers de la circonvolution qui borde en dehors le gyrus sigmoïde; puis on le fait pénétrer obliquement au-dessous du gyrus, jusqu'à ce que son extrémité libre se trouve en rapport avec les faisceaux blancs qui émanent des régions corticales considérées comme les centres moteurs des membres. L'autre excitateur est placé soit dans une narine, soit dans la cavité buccale. Lorsqu'on opère ainsi sur un chien légèrement morphinisé ou n'ayant subi aucune intoxication préalable, on reconnaît facilement, après avoir constaté quel est le minimum d'intensité électrique suffisant pour provoquer des mouvements, en agissant sur la surface du gyrus, que les faisceaux blancs sous-jacents peuvent être mis en activité par un courant bien plus faible. Avec le grand modèle du chariot (Gaiffe), en plaçant sur le gyrus, au niveau du point correspondant au membre postérieur, l'excitateur destiné à électriser le cerveau, on obtenait encore, dans une expérience, des mouvements de ce membre, lorsque la bobine au fil induit était placée à $0^{m},175$ du point où elle recouvre entièrement la bobine au fil inducteur : à $0^{m},180$, il ne se manifestait plus aucun mouvement. Lorsque la même recherche était faite, en introduisant le même excitateur dans le centre ovale de Vieussens jusqu'à la rencontre du faisceau blanc provenant du point du gyrus en rapport avec le membre postérieur, on obtenait encore des mouvements de ce membre, quand la bobine du fil induit était poussée jusqu'à $0^{m},210$ de son point de départ. En outre, avec un écartement de $0^{m},140$ de la bobine au fil induit, les mouvements produits dans le membre postérieur étaient moins considérables, lorsque l'on excitait la surface du

gyrus sigmoïde que, lorsqu'on électrisait, avec un écartement de $0^m,190$, le faisceau blanc qui en émane.

» L'excitabilité de la surface du gyrus sigmoïde est donc moins forte que celle des parties excitables du centre ovale de Vieussens.

» Une autre différence, assurément plus importante, a été signalée. L'excitation électrique suffisamment énergique et prolongée de la surface des points excitables du cerveau provoque souvent, comme on le sait depuis les expériences de MM. Fritsch et Hitzig, des attaques épileptiformes. Il en est du moins ainsi chez divers mammifères, particulièrement chez le chien, le chat, le singe, entre autres. Ces attaques, dont tous les physiologistes connaissent bien les caractères, ne se produiraient, a-t-on dit, que par l'excitation de la surface de ces points excitables; elles n'auraient jamais lieu lorsque la même excitation porte sur les faisceaux blancs partant de ces points. Une telle différence serait bien propre à montrer que les excitations faites à la surface du cerveau agissent réellement en mettant en activité la substance grise corticale et non la substance blanche sous-jacente. Elle prouverait, en même temps, que la substance grise, au niveau des points superficiels excités, possède une impressionnabilité et une réactivité toutes particulières et, comme conséquence plus ou moins légitime, qu'elle est douée en propre d'énergies fonctionnelles spéciales. Or, ici encore, on peut facilement se convaincre que cette différence n'existe pas. Si l'on électrise les faisceaux blancs qui émanent des points excitables du gyrus sigmoïde, chez un chien, en pratiquant l'expérience par le procédé que j'ai précédemment décrit, on provoque toujours une attaque épileptiforme, violente, prolongée, offrant toutes les phases caractéristiques, souvent suivie, à court délai, sans nouvelle excitation, d'une ou plusieurs autres attaques semblables, ou à peu près, à la première. Pour déterminer l'attaque épileptiforme par l'excitation de ces faisceaux, il suffit d'un courant plus faible que celui qui est nécessaire lorsqu'on électrise la surface du gyrus. J'ajoute que l'on produit l'attaque par l'électrisation de ces faisceaux, même lorsqu'on a préalablement détruit, à l'aide du thermo-cautère, toute la substance grise corticale des régions excitables du cerveau.

» Les autres différences qui ont été alléguées entre les excitations superficielles et les excitations profondes du cerveau, sous le rapport des effets produits, s'expliquent, pour la plupart, par l'excitabilité plus grande des faisceaux qui partent des points de la substance grise dits *centres moteurs*, et par ce fait que ces faisceaux sont plus énergiquement excités lorsque l'élec-

trisation porte directement sur eux que lorsqu'elle les atteint au travers de la substance grise corticale.

» Je me crois, en somme, autorisé à conclure que les arguments expérimentaux, à l'aide desquels on a voulu prouver l'excitabilité motrice de la substance grise corticale du cerveau, dans certains points déterminés, sont dépourvus de valeur et ne peuvent pas servir à étayer l'hypothèse des localisations fonctionnelles cérébrales.

» Il importe de faire remarquer, en terminant, que les fibres nerveuses destinées à porter les incitations motrices cérébrales à telle ou telle partie, à un membre par exemple, peuvent sortir de l'écorce cérébrale par un point déterminé, sans qu'il en résulte que ce point est un centre distinct de mise en action de ces fibres. »

CHIMIE. — *Remarques sur quelques critiques de* M. Friedel *à propos de l'hydrate de chloral;* par M. **L. Troost**.

« Dans un des derniers numéros du *Bulletin de la Société chimique de Paris* (1), M. Friedel, partant de l'hypothèse d'Avogadro, rappelle ma discussion avec M. Wurtz sur l'existence de l'hydrate de chloral à l'état de vapeur, et émet à ce sujet des opinions personnelles qui me forcent à revenir sur un débat que je croyais épuisé.

» Notre Confrère y perpétue une confusion entre le sens du mot *dissociation* (2) et celui des mots *décomposition complète*. Dans ce dernier cas cependant, on n'a qu'un mélange des gaz composants, tandis que dans le premier cas le mélange contient, outre les gaz composants, une certaine quantité du gaz composé.

» Cette confusion est d'autant plus fâcheuse dans la discussion des théories chimiques, que la signification nette et précise du mot *dissociation* s'impose chaque jour davantage, par suite des observations multipliées qui affirment de plus en plus l'importance de la belle découverte d'Henri Sainte-Claire Deville.

» C'est cette confusion regrettable qui a fait croire à M. Friedel qu'il y avait eu intérêt à élever la température (à 100° par exemple) dans les expériences sur l'hydrate de chloral. Cela eût été avantageux en effet, s'il

(1) Numéro supplémentaire à placer en tête du t. XLIII, p. LVI et suivantes.

(2) Même numéro, p. LVI, LVII et LXV.

s'était agi d'établir que l'hydrate de chloral a une tension de dissociation, car en général la tension de dissociation croît avec la température; mais c'est le contraire qui est utile quand il s'agit, comme dans le cas actuel, de distinguer si un corps a simplement une tension de dissociation, ou s'il est complètement décomposé. Aussi, après avoir opéré à 78°, ai-je répété les mêmes expériences (¹) à la température de 60°.

» M. Friedel suppose que mes expériences ont été faites sur un *très petit volume* de vapeur, tandis que celles de M. Wurtz auraient été réalisées sur des volumes plus grands et, par suite, sur des poids plus considérables de matière; or c'est précisément l'inverse qui a constamment eu lieu : M. Wurtz opérait en effet dans des tubes d'Hofmann ordinaires, tandis que, pour mes expériences, j'avais modifié ce tube en y faisant souder, à la partie supérieure, un renflement cylindrique ayant une capacité qui a varié de 300^{cc} à 1^{lit} (²). C'est en augmentant ainsi le volume de la chambre barométrique, et non en élevant la température, que l'on peut éviter les causes d'erreur dont parle M. Friedel (introduction accidentelle d'une petite quantité d'eau ou d'air).

» C'est grâce à cette disposition que j'ai pu employer toujours des poids relativement considérables de matière, tout en opérant sous les faibles pressions indispensables pour que la loi des mélanges des gaz et des vapeurs soit applicable ; les expériences faites sous des pressions un peu fortes ne pouvant conduire à aucune conclusion (³).

» C'est grâce à cette même disposition que j'ai pu établir que, dans la vapeur d'hydrate de chloral sous faible pression, l'efflorescence de l'oxalate de potasse cristallisé se fait avec assez de rapidité, au moins dans les premiers moments, tandis que, dans la vapeur d'hydrate de chloral sous forte pression (⁴), c'est avec une lenteur extrême que paraît se produire l'efflorescence, même dans les premiers moments.

» Cette influence de la pression m'a permis d'expliquer la divergence

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t, XIII, p. 419, et t. XXII, p. 155.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, p. 411, et t. XXII, p. 155.

(³) En effet, V. Regnault a démontré que, dans les mélanges de deux vapeurs fournies par des corps susceptibles de dissolution réciproque, la tension totale observée est toujours, pour les fortes pressions, inférieure à la somme des pressions partielles; elle peut même, dans le voisinage du point de saturation, ne pas dépasser la tension de l'une des vapeurs isolées.

(⁴) Comme on le fait généralement, pour avoir des poids notables de matière, quand on expérimente dans de petits volumes.

des conclusions que M. Wurtz et moi avions tirées d'expériences en apparence analogues, mais exécutées, en réalité, dans des conditions complètement différentes.

» M. Friedel cite, comme preuve de la décomposition complète de la vapeur d'hydrate de chloral, des expériences où l'oxalate de potasse *déshydraté,* introduit dans une atmosphère de cette vapeur, a paru se comporter à peu près comme dans un mélange à volumes égaux d'air et de vapeur d'eau, ou de chloroforme et de vapeur d'eau; mais il oublie qu'après avoir répété ces expériences j'ai établi (¹) qu'il n'en est nullement ainsi quand on se place dans des conditions où le *phénomène physique d'hygrométrie* se produit seul, c'est-à-dire sous faible pression. Au contraire, lorsqu'on opère sous les pressions, relativement élevées, indiquées dans les expériences prolongées de M. Wurtz, il se produit *une réaction chimique* avec formation de chlorure de potassium. Il en résulte manifestement qu'il est impossible de tirer aucune conclusion d'expériences réalisées dans ces dernières conditions.

» Notre Confrère cite encore (²) comme particulièrement démonstrative l'expérience où, après avoir introduit de l'oxalate de potasse cristallisé dans deux tubes barométriques maintenus à 100° et contenant, l'un de la vapeur d'hydrate de chloral, l'autre un égal volume de vapeur de chloroforme sous une assez forte pression, M. Wurtz constatait que, dans les premiers moments, le niveau du mercure baissait dans le dernier de ces tubes, tandis qu'il ne s'abaissait pas dans l'autre. Mais, pour montrer la véritable portée de cette expérience, j'ai fait remarquer (³) que, dans le chloroforme, c'est-à-dire dans un *gaz sec,* l'efflorescence du sel hydraté doit se produire, au moins dans les premiers moments, avec rapidité, tandis que dans l'hydrate de chloral, c'est-à-dire dans un *gaz humide* (mélange de vapeurs d'hydrate de chloral, de chloral anhydre et d'eau libre), l'efflorescence de l'oxalate neutre de potasse ne pouvait se produire, et manifester son effet, qu'avec une extrême lenteur. La différence des phénomènes observés dans les deux tubes s'explique donc facilement : elle prouve que la vapeur d'hydrate de chloral a une tension de dissociation, *ce que j'avais démontré;* mais elle ne saurait être invoquée pour établir que cette vapeur est complètement décomposée. L'interprétation que M. Friedel donne de cette ex-

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXII, p. 161 et suivantes.
(²) *Bulletin de la Société chimique*, numéro à annexer en tête du tome XLIII, p. LXV.
(³) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXII, p. 164.

périence est une nouvelle preuve de l'inconvénient qu'il y a, pour les discussions de principes, à confondre le sens du mot *dissociation* avec celui des mots *décomposition complète*. »

CONSTRUCTIONS NAVALES. — *Sur la comparaison des navires au point de vue propulsif.* Note de M. A. LEDIEU.

« I. Une des conditions fondamentales du bon établissement d'un navire est de combiner ses proportions et ses formes, de façon à réaliser une *résistance minima* de la carène, pour un déplacement et un maximum de vitesse déterminés, avec une stabilité de *forme* voulue, tant longitudinale que latitudinale, le tirant d'eau et le rapport de la longueur à la largeur étant d'ailleurs fixés par les conditions propres à la destination du navire.

» Réciproquement la valeur, au point de vue propulsif, d'un bâtiment construit doit se déduire du rapport de sa résistance au déplacement, eu égard à la vitesse maxima qu'il fournit.

» Nous avons vu, dans une Communication récente (¹), que la résistance des carènes se présente sous deux points de vue : la résistance *simple* et la résistance *complexe*, c'est-à-dire la résistance avec ou sans abstraction de l'influence du propulseur. Or l'une et l'autre de ces résistances seraient utiles à connaître dans le problème en vue; car, lorsqu'elles diffèrent notablement entre elles et surtout quand la seconde est plus grande que la première, il importe de savoir si le rendement de l'hélice employée ne compense pas et même au delà, par rapport à d'autres hélices, un aussi grave défaut.

» Les formules *a priori* sont impuissantes, nous ne saurions trop le répéter, pour résoudre la question ; et l'on ne doit se fier qu'à des essais immédiats sur des bâtiments identiques, ou à peu près, aux navires considérés.

» II. Malheureusement, les expériences spéciales entreprises jusqu'à ce jour pour apprécier *directement* la résistance des carènes ont toutes été insuffisantes, aussi bien comme manque de diversification des navires que comme restriction de procédé.

» Les plus soignées n'ont été exécutées, encore incomplètement et pour des sillages ne dépassant pas 10 à 12 nœuds, que sur deux navires de 130 et de 1200 tonneaux : le bateau de servitude *l'Élorn*, à Brest, en

(¹) *Comptes rendus* du 16 février 1885, p. 420.

1862, et l'aviso anglais *le Greyhound*, en 1877. Or, sur le premier de ces navires, la mesure de la résistance s'est effectuée uniquement, à l'aide d'un bon dynamomètre de poussée, *en marche à la vapeur;* et, sur le second, elle s'est opérée exclusivement *en remorque*. Par suite, il n'a été obtenu pour l'*Elorn* que des résistances *complexes*, et pour le *Greyhound* que des résistances *simples*.

» III. On a encore proposé de déduire la résistance des carènes d'essais à la balance de traction, en admettant que, pour un même effort moyen sur les pistons, la poussée subie par le bâtiment doit être la même au point fixe qu'en marche, quel que soit le nombre de tours de l'arbre de couche.

» En serrant de près les raisonnements sur lesquels repose cette loi, on reconnaît qu'elle est inexacte. Les résultats que la méthode a fournis étaient au surplus des résistances *complexes*. Ils ont été comparés avec ceux d'expériences en remorque, qui, eux, représentaient des résistances *simples;* de ce dernier chef, il devait survenir, comme cela a été constaté, des divergences notables entre les deux espèces de résultats. Mais, en raison de leur origine, ces divergences n'eussent pas suffi pour condamner *pratiquement* le procédé. Cette condamnation ne s'est légitimée que par les nombreuses anomalies qui accompagnaient les chiffres recueillis de part et d'autre.

» IV. Devant l'insuffisance des tentatives sus-relatées, la comparaison de la résistance des carènes par l'*utilisation* des navires demeure, dans l'état actuel des choses, le seul moyen général dont disposent les ingénieurs pour se guider.

» Désignons par

F la force *indiquée;*
v ou V la vitesse du navire en mètres ou en nœuds;
r le rendement propre de la machine;
r' celui de l'hélice;
M le coefficient de vitesse, dit aussi l'*utilisation* du navire.

» On a l'équation, évidente d'elle-même,

$$F \times r \times r' = \frac{KB^2 v^3}{75} = \frac{KB^2 V^3 (0,5144)^3}{75}. \tag{1}$$

» Et, d'après la définition même de M, il vient

$$M = V \times \sqrt[3]{\frac{B^2}{F}} = \frac{\sqrt[3]{75}}{0,5144} \times \sqrt[3]{\frac{rr'}{K}}. \tag{2}$$

» La relation (2) permet évidemment de comparer les navires entre eux

sous le rapport de leur coefficient de résistance K. Mais une pareille comparaison ne peut être précise que si l'on est sûr de l'égalité respective des rendements r et r' dans les deux navires en vue; ou, à défaut, si l'on connait les rapports, au moins pour les trois allures, *grande*, *moyenne* et *petite* vitesse, les plus utiles à considérer ici. Malheureusement cette certitude ou cette connaissance des rendements de même espèce n'est rien moins qu'aléatoire.

» D'une part, pour le rendement r de la machine, il faudrait posséder les résultats, aux trois allures, de nombreuses expériences effectuées avec de bons dynamomètres de rotation sur des séries d'appareils différents.

» D'un autre côté, pour le rendement r' de l'hélice, il serait indispensable d'avoir à sa disposition des groupes d'essais sur des propulseurs présentant toutes les principales graduations de grandeur, de forme et de proportions usitées aujourd'hui, et se référant à des carènes diverses, étant, en outre, tenu compte de leur installation par rapport à l'arrière, et, s'il y a deux hélices, des sens des rotations.

» V. En ce qui concerne les machines, on ne possède absolument, aussi bien en France qu'à l'étranger, que les expériences exécutées à l'aide de dynamomètres Taurines de rotation, en 1854 et 1856 à bord de l'aviso *le Primauguet*, de 1000 chevaux *indiqués*, et en 1862 à bord de l'*Elorn*, de 130 chevaux. Si tant est qu'il y ait quelque renseignement à tirer de ces machines frustes vis-à-vis des appareils de nos jours, nous rappellerons que le rendement r a varié moyennement de 0,70 à 0,82 sur le premier navire, et de 0,68 à 0,82 sur le second.

» Pour les hélices, on en est réduit aux expériences de l'*Elorn*, effectuées avec un dynamomètre Taurines de poussée, et du reste à des vitesses de 10 nœuds au plus. Les moyennes du rendement r' y ont oscillé de 0,75 à 0,79 pour les meilleures hélices essayées, et de 0,66 à 0,70 pour de moins bonnes. Il n'y a rien à tirer des expériences analogues entreprises sur le *Primauguet*, à cause de leur trop petit nombre.

» On dispose, à la vérité, des expériences bien connues et si multiples du *Pélican*, en 1849; mais elles se rapportent aussi à de faibles sillages; et surtout elles ont été effectuées sans dynamomètres intérieurs, de sorte qu'elles ne fournissent, au lieu de r', que le produit $K \times$ *l'ancienne utilisation* $u = r \times r'$. Encore la valeur de K ayant été déterminée par le remorquage, ne correspond qu'à la résistance *simple* de la coque, tandis qu'il eût fallu, en toute rigueur, se servir du coefficient propre à la résistance *complexe*. Puis on admettait alors que le rendement des hélices était soumis à des lois bien nettes, fonction, pour une vitesse donnée du bâtiment, de la pro-

portion des éléments du propulseur entre eux et du rapport de la surface immergée du maître couple au carré du diamètre de l'hélice. On n'attribuait pas d'influence *notable* à la valeur absolue des éléments du propulseur et de son immersion, à la grandeur intégrale du bâtiment et enfin à la réaction réciproque du jeu de l'hélice sur la résistance de la carène. L'importance de ces diverses circonstances ne s'est constatée qu'à la longue, à mesure que les navires à hélice se diversifiaient de plus en plus à tant de points de vue. Il s'en est suivi que les expériences du *Pélican*, si remarquables pour leur époque, n'ont plus eu bientôt qu'un rôle *inductif* dans l'établissement des propulseurs, et ont donné lieu à plus d'une école, lorsque leurs résultats ont été appliqués d'une façon trop adéquate.

» Il est donc bien manifeste que les rendements r et r' échappent actuellement, comme précision, aux constructeurs, qui, dès lors, ne peuvent se faire une idée suffisamment juste de leurs valeurs.

» VI. D'après ce qui précède, rien ne dit que le produit $r \times r'$ ne puisse varier de $0,68 \times 0,66$ à $0,82 \times 0,79$, soit de $0,45$ à $0,65$. Donc $0,65 : 0,45 = 1,44$ représente le rapport inverse susceptible d'exister, en des cas extrêmes, entre deux valeurs possibles du coefficient K, correspondant à une même grandeur de l'utilisation M. Ce résultat limite montre avec quelle circonspection il convient de tirer des conclusions trop absolues de la comparaison des M pour divers bâtiments. Cette comparaison ne conduit à des indications acceptables que pour des navires peu différents entre eux, aussi bien comme grandeur que comme machine et propulseur.

» Quelques ingénieurs ont cherché une loi générale donnant *a priori* la valeur de l'utilisation M; mais leurs tentatives n'ont abouti qu'à des insuccès. En principe, une telle loi n'existe pas; la raison en est dans la multiplicité des causes qui influent sur M, et qui, en outre, réagissent les unes sur les autres.

» Il n'en est plus de même quand on considère chaque catégorie de navires à une série de sillages différents. En prenant, à très grande échelle, les vitesses pour abscisses et les M pour ordonnées, et en traçant à la règle pliante une courbe qui se rapproche le plus possible de tous les points marqués, on obtient d'ordinaire une sorte de sinusoïde propre à chaque bâtiment, selon d'ailleurs son hélice.

» Le sommet de cette courbe, en particulier, se trouve plus ou moins aplati, et correspond à des sillages plus ou moins élevés, suivant l'espèce du navire. Nous nous bornerons présentement à spécifier le fait sur deux cas extrêmes comme déplacement. Ainsi, pour les torpilleurs de 40 à 50 ton-

neaux, le maximum de M a lieu entre 13 et 18 nœuds, avec une valeur variant de 3,2 à 3,1, c'est-à-dire très peu dans cet intervalle de vitesses. Pour les gros cuirassés de 9000 à 10 000 tonneaux, le maximum est entre 9 et 12 nœuds, avec M se maintenant aux environs de 4,3 en moyenne.

» Mais la question *in extenso* a besoin d'une étude spéciale, à l'aide de nombreux documents numériques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de M. *Bouisson*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

Sir James Paget.	38	suffrages
M. Lister.	2	»
M. Leudet.	1	»

Sir **James Paget**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Pellet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur les équations binômes.

(Commissaires : MM. Hermite, Levy, Darboux.)

M. **Ch. Jolibois** adresse la description et les dessins d'un « Appareil dépotoir automatique de liquide ».

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les leçons sur les Machines à vapeur marines, professées à l'Ecole d'application du Génie maritime, par M. *A. Bienaymé*.

2° Deux opuscules de M. *P. Lazerges*, intitulés « Effets de la chaleur souterraine dans la construction des tunnels alpins » et « Observations météorologiques de la station d'Aragnonet (Hautes-Pyrénées), années 1879 à 1883, relevés graphiques des observations ».

M. **Lechartier**, nommé Correspondant pour la Section d'Economie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Vice-Amiral Cloué** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Géographie et Navigation.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un théorème de Lambert*. Note de M. **E. Vicaire**, présentée par M. Jordan.

« Dans une Communication récente, j'ai montré que, en vertu des actions mutuelles du Soleil, de la Terre et d'un astre observé de celle-ci, on a la relation

$$\Delta.\rho = \mathrm{M}\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{r'^3}\right)(ax + by + cz)\frac{d\sigma}{dt}. \tag{1}$$

» D'après les définitions et notations adoptées,

$$\Delta\, dt^3 = \begin{vmatrix} \alpha & d\alpha & d^2\alpha \\ \beta & d\beta & d^2\beta \\ \gamma & d\gamma & d^2\gamma \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \alpha & \alpha + d\alpha & \alpha + 2d\alpha + d^2\alpha \\ \beta & \beta + d\beta & \beta + 2d\beta + d^2\beta \\ \gamma & \gamma + d\gamma & \gamma + 2d\gamma + d^2\gamma \end{vmatrix},$$

$$(ax + by + cz)\,d\sigma = \begin{vmatrix} \alpha & d\alpha & x \\ \beta & d\beta & y \\ \gamma & d\gamma & z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \alpha & \alpha + d\alpha & x \\ \beta & \beta + d\beta & y \\ \gamma & \gamma + d\gamma & z \end{vmatrix};$$

» Dans $\Delta\, dt^3$, les éléments des trois colonnes sont les cosinus directeurs des droites qui joignent la Terre aux trois positions infiniment voisines de l'astre. Ce déterminant est donc, suivant le langage de Staudt, le sinus du trièdre formé par ces trois droites. En valeur absolue, il est égal à six fois le volume du tétraèdre obtenu en portant sur chacune des arêtes une longueur égale à l'unité, et, par conséquent, il ne peut changer de signe qu'en passant par zéro lorsque les trois arêtes tombent dans un même plan. Il change évidemment de signe lorsqu'on remplace une arête par son pro-

longement, et, par conséquent, il en est de même toutes les fois qu'une arête, en se déplaçant, traverse le plan déterminé par les deux autres.

» Le second déterminant est également, sauf le facteur positif

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2},$$

le sinus du trièdre qu'on obtient en remplaçant la troisième arête du précédent par le rayon de l'orbite terrestre prolongé.

» Pour que ces deux déterminants soient de même signe, il faut et il suffit que les deux arêtes non communes soient du même côté du plan déterminé par les deux premières, c'est-à-dire du plan passant par la Terre et par les deux premières positions de l'astre ou du plan tangent à la trajectoire apparente. En d'autres termes, il faut que cette trajectoire tourne sa concavité vers le point de la sphère céleste qui est à l'opposé du Soleil et, par conséquent, sa convexité vers celui-ci.

» Or l'équation (1) exige alors que $\frac{1}{r^3} - \frac{1}{r'^3} > 0$ ou $r' > r$.

» Si, au contraire, la trajectoire apparente tourne sa concavité vers le Soleil, on devra avoir $r' < r$.

» C'est un théorème important de Lambert dont la démonstration n'a jamais été présentée, je crois, que sous une forme notablement plus compliquée.

» Il est à remarquer que, tandis qu'il a lieu rigoureusement lorsqu'on tient compte de toutes les actions mutuelles des trois corps, il n'a lieu qu'approximativement dans l'hypothèse dite *elliptique*. La différence peut devenir sensible pour une comète très voisine de la Terre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de différentielles totales.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une étude précédente (*Comptes rendus*, décembre 1884), j'ai considéré des intégrales de différentielles totales de la forme

$$(1) \qquad \int^{(x,y)} P\,dx + Q\,dy,$$

où P et Q sont des fonctions rationnelles de x, y et z, z étant la fonction algébrique des deux variables indépendantes x et y, définie par la relation

$$f(x, y, z) = 0.$$

» Je m'étais borné à considérer le cas où l'intégrale (1) resterait finie pour tout système de valeurs, finies ou infinies, de x et y; c'est ce que j'exprimais en appelant cette intégrale une intégrale de *première espèce*.

» On peut considérer, d'une manière plus générale, des intégrales de la forme précédente, mais qui sont susceptibles de devenir infinies. Pour définir avec précision les intégrales que j'appellerai de *seconde espèce*, procédons de la manière suivante. Soit (x_0, y_0) un système *quelconque* de valeurs de x et y; posons

$$x - x_0 = t\lambda(t),$$
$$y - y_0 = t\lambda_1(t),$$

où λ et λ_1 sont des fonctions holomorphes arbitraires de t dans le voisinage de $t = 0$; l'intégrale (1) devra être, dans le voisinage de $t = 0$, une fonction offrant le caractère d'une fonction algébrique, c'est-à-dire développable suivant les puissances de $t^{\frac{1}{n}}$ (n étant entier), et le développement ne présentant qu'un nombre limité de puissances négatives de la variable. Si x_0 est infini, y_0 étant fini, on doit évidemment poser

$$\frac{1}{x} = t\lambda(t), \quad y - y_0 = t\lambda_1(t).$$

Ceci posé, en un point arbitraire (x, y, z), une intégrale de seconde espèce

$$\int_{(x_0, y_0, z_0)}^{(x, y, z)} \mathrm{P}\,dx + \mathrm{Q}\,dy$$

n'a qu'une seule valeur, abstraction faite d'une somme de multiples de certaines périodes. Le nombre de ces périodes peut varier avec l'intégrale considérée, mais il y a un nombre maximum de périodes possibles pour les intégrales de *seconde espèce*, correspondant à une surface donnée

$$f(x, y, z) = 0.$$

Désignons ce nombre par N; ce nombre jouit évidemment de la propriété d'invariance, c'est-à-dire qu'il est le même pour deux surfaces qui se correspondent point par point.

» Une application intéressante des généralités qui précèdent peut être faite à une classe étendue de surfaces. Dans un Mémoire récent (*Journal de Mathématiques*, 1885), j'ai étudié les propriétés les plus simples des fonctions hyperabéliennes; toutes les fonctions hyperabéliennes d'un même groupe peuvent s'exprimer rationnellement au moyen de trois d'entre elles

x, y, z convenablement choisies, et celles-ci sont liées par une relation algébrique

$$f(x, y, z) = 0.$$

» Soient S le domaine des variables indépendantes u et v, et D le domaine fondamental du groupe que nous supposons n'avoir aucun point commun avec la limite de S. Nous avons défini divers ordres de connexion d'un groupe hyperabélien; nous n'aurons à considérer que l'ordre de connexion de troisième espèce; je le désigne par $p_3 + 1$.

» Soit, d'une manière générale, (U_i, V_i, u, v) une substitution fondamentale du groupe de substitutions effectuées sur u et v. On peut former une fonction uniforme $G(u, v)$ dans le domaine S, et telle que l'on ait

$$G(U_i, V_i) = G(u, v) + a_i,$$

les quantités a_i étant des constantes. Ceci posé, considérons la fonction $G(u, v)$ comme fonction de x et y; on reconnaît de suite qu'on peut écrire

$$dG = P\,dx + Q\,dy,$$

P et Q étant des fonctions rationnelles de x, y et z. On a donc

$$G = \int_{x_0, y_0}^{x, y} P\,dx + Q\,dy;$$

G est une intégrale de différentielle totale, et c'est une intégrale de *seconde espèce*. Le nombre N a ici une signification bien simple; on a, en effet,

$$N = p_3.$$

» Des résultats tout semblables peuvent être énoncés pour les surfaces dont les coordonnées s'expriment par des fonctions hyperfuchsiennes de deux paramètres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les sommes des diviseurs des nombres.* Note de M. **Lipschitz**, présentée par M. Hermite.

« Une réflexion sur la méthode d'Euler pour démontrer la relation récurrente, qui existe entre les sommes des diviseurs des nombres, en faisant usage du produit infini

$$G(q) = (1 - q)(1 - q^2)(1 - q^3)(1 - q^4)\ldots,$$

m'a conduit à deux résultats qui se rapportent à des fonctions arithmétiques du même genre. En effet, les expressions des fonctions elliptiques

$$\vartheta_0(0,q)=\frac{G^2(q)}{G(q^2)},\quad \vartheta_2(0,q)=2q^{\frac{1}{4}}\frac{G^2(q^4)}{G(q^2)},\quad \vartheta_3(0,q)=\frac{G^2(-q)}{G(q^2)}$$

donnent pour les coefficients différentiels de leurs logarithmes, pris par rapport à la variable $\log q$, les équations

$$-\frac{d\log\vartheta_0(0,q)}{d\log q}=\frac{2q}{1-q}+\frac{4q^2}{2(1-q^2)}+\frac{6q^3}{1-q^3}+\frac{8q^4}{2(1-q^4)}+\ldots,$$

$$-\frac{d\log\vartheta_2(0,q)}{d\log q}=-\frac{1}{4}-\frac{2q^2}{1-q^2}+\frac{4q^4}{1-q^4}-\frac{6q^6}{1-q^6}+\frac{8q^8}{1-q^8}\mp\ldots,$$

$$-\frac{d\log\vartheta_3(0,q)}{d\log q}=-\frac{2q}{1+q}+\frac{4q^2}{2(1-q^2)}-\frac{6q^3}{1-q^3}+\frac{8q^4}{1-q^4}\pm\ldots,$$

dont la première se change dans la troisième si l'on remplace q par $-q$.

» En développant les seconds membres suivant les puissances de q, et en désignant par $k(m)$ la somme des diviseurs impairs, augmentée de la moitié de la somme des diviseurs pairs pour le nombre m, par $l(m)$ la somme des diviseurs impairs, prise négativement, ajoutée à la somme des diviseurs pairs, les deux premières équations donnent les suivantes :

$$\frac{q-4q^4+9q^{-9}\mp\ldots}{1-2q+2q^4-2q^9\pm\ldots}=\sum_{m=1}^{m=\infty}k(m)q^m,$$

$$\frac{(-9+1)q^{\frac{9}{4}}+(-25+1)q^{\frac{25}{4}}+\ldots}{8\left(q^{\frac{1}{4}}+q^{\frac{9}{4}}+q^{\frac{25}{4}}+\ldots\right)}=\sum_{m=1}^{m=\infty}l(m)q^{2m},$$

tandis que la troisième équation fournit le même résultat que la première. Les deux équations renferment des relations récurrentes pour les fonctions $k(m)$ et $l(m)$, qui les déterminent complètement. Évidemment la règle de la première consiste en ce que la somme

$$k(m)-2k(m-1)+2k(m-9)\mp\ldots,$$

continuée tant que les arguments sont positifs, est égale à $(-1)^{m-1}m$ ou à zéro, selon que m est un nombre carré ou non, et la règle de la seconde en ce que la somme

$$l(m)+l(m-1)+l(m-3)+l(m-6)+\ldots,$$

continuée tant que les arguments sont positifs, est égale à $-m$ ou à zéro,

selon que m est un nombre triangulaire ou non. Quant à la liaison des fonctions $k(m)$ et $l(m)$ avec la fonction $\psi(m)$, qui représente la somme de tous les diviseurs du nombre m, on conclut facilement de la définition donnée que, si l'on a $m = 2^\alpha m'$, où m' désigne un nombre impair, on a les équations

$$k(m) = 2^\alpha \psi(m'), \quad l(m) = (2^{\alpha+1} - 3)\psi(m').$$

» Ainsi la somme de la fonction $\psi(m)$ étant exprimée à l'aide de la caractéristique du nombre entier le plus grand contenu dans la quantité x, $[x]$, par la formule

$$\psi(1) + \psi(2) + \ldots + \psi(m) = \left[\frac{m}{1}\right] + 2\left[\frac{m}{2}\right] + 3\left[\frac{m}{3}\right] + \ldots,$$

on trouve les représentations analogues

$$k(1) + k(2) + \ldots + k(m) = \left[\frac{m}{1}\right] + \left[\frac{m}{2}\right] + 3\left[\frac{m}{3}\right] + 2\left[\frac{m}{4}\right] + 5\left[\frac{m}{5}\right] + \ldots$$

et

$$l(1) + l(2) + \ldots + l(m) = -\left[\frac{m}{1}\right] + 2\left[\frac{m}{2}\right] - 3\left[\frac{m}{3}\right] + 4\left[\frac{m}{4}\right] \mp \ldots,$$

ce qui fait voir que l'on peut remplacer, en passant aux fonctions sommatoires respectives, la relation récurrente d'Euler pour la fonction $\psi(m)$ et les relations semblables pour les fonctions $k(m)$ et $l(m)$ par des équations qui ne contiennent aucune caractéristique arithmétique hors celle du nombre entier le plus grand [1]. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des surfaces définies par une propriété des droites ou des sphères qui leur sont tangentes.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« L'objet de la présente Note est l'application à certaines théories géométriques des résultats que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie.

» J'appelle, avec plusieurs géomètres, *moment* de deux droites le produit de leur plus courte distance par le sinus de leur angle. Le *moment élémentaire* des droites d'un complexe, c'est-à-dire le moment de deux

---

[1] M. Samuel Roberts a traité des questions analogues à celles que je viens de considérer, dans un article, auquel je renvoie, du *Quarterly Journal of Mathematics* (février 1885).

droites infiniment voisines, se représente par une forme quadratique des différentielles des trois paramètres dont dépendent les droites du système.

» Pour qu'un complexe soit *singulier*, c'est-à-dire pour que ses droites aient une enveloppe, il faut et il suffit que le discriminant de cette forme F soit identiquement nul. Cela résulte des travaux de M. Klein, comme aussi des recherches que j'ai développées au tome XI des *Annales de l'École Normale*, dans un Mémoire *sur les propriétés infinitésimales de l'espace réglé*.

» Mais, à quel type de formes à discriminant nul appartient alors le moment élémentaire d'un complexe singulier? Il y a deux cas à distinguer :

» 1° Si l'enveloppe est une *surface*, comme c'est le cas général, et ne se réduit ni à une courbe ni à une développable, le moment appartient au type des formes *linéo-involutives*.

» 2° Si l'enveloppe est une *courbe* ou une *développable, l'un des facteurs* dans lesquels se décompose le moment est *intégrable*.

» De la sorte, le moment élémentaire ne peut être rapporté qu'à deux types canoniques : savoir, pour le premier cas

$$A\,d\xi^2 + B\,d\eta^2, \tag{1}$$

et pour le second

$$(A\,d\xi + B\,d\eta)\,d\eta. \tag{2}$$

» Mais, dans l'un et l'autre cas, *le quotient* $\frac{A}{B}$ *est essentiellement indépendant de* ξ *et* η.

» La réduction du moment F au type canonique correspond à un important problème de Géométrie. Prenons le premier cas. On trouve que les deux groupes d'équations

$$\begin{cases} A = 0, \\ d\eta = 0, \end{cases} \qquad \begin{cases} B = 0, \\ d\xi = 0 \end{cases}$$

représentent chacun une série de développables formées avec les droites osculatrices de la surface enveloppe. La réduction au type canonique (1) répond ainsi à la détermination des lignes asymptotiques de cette surface.

» L'existence du type canonique (2) donne la solution complète de ce problème : *Sous quelles conditions un complexe est-il formé des sécantes d'une courbe?* M. Cayley avait trouvé une condition, que M. Klein a reconnue convenir généralement à tous les complexes singuliers. On voit donc ce qu'il faut ajouter à la condition de M. Cayley : il faut et il suffit que l'un

des facteurs dans lesquels le moment est décomposable, d'après la condition Cayley-Klein, soit intégrable. Je dis il suffit, bien que cette condition convienne aussi au cas où l'enveloppe est une développable. C'est qu'il sera toujours aisé de reconnaître lequel des deux cas se présente. En se reportant, en effet, à l'équation (2), l'équation

$$\eta = \text{const.} \tag{3}$$

représente soit les droites qui passent par un même point P, soit les droites d'un même plan Π. Dans le premier cas, l'enveloppe est la *courbe* lieu du point P lorsque l'on fait varier la constante; dans le second, cette enveloppe est la *développable* engendrée par le plan Π. Pour décider on n'aura donc pas d'autre ressource que d'interpréter directement l'équation (3).

» Que les mêmes considérations s'étendent aux complexes singuliers de sphères, cela résulte de la transformation si remarquable de la ligne droite en sphère, que M. Sophus Lie a fait connaître.

» On prendra, au lieu du moment, le produit des distances minima des points de deux sphères infiniment voisines. La forme quadratique F qui représente ce produit a son discriminant nul si les sphères du système ont une enveloppe. Dans le cas général où cette enveloppe est une *surface quelconque*, la forme appartient au type des formes *linéo-involutives;* et la réduction au type canonique coïncide avec la détermination des lignes de courbure de la surface enveloppe.

» Mais si l'un des facteurs dans lesquels la forme est décomposable est intégrable, alors, et alors seulement, l'enveloppe se réduit soit à une *courbe*, soit à une de ces *surfaces de Monge* dont l'une des directions asymptotiques est en chaque point une direction isotrope.

» Enfin, les mêmes considérations s'étendent aux éléments autres que les sphères ou les lignes droites, et dont la rencontre ou le contact s'exprime, pour deux positions infiniment voisines, par l'évanouissement d'une forme quadratique des différentielles des paramètres indépendants. »

ÉLECTRICITÉ. — *Pile à circulation de liquide.* Note de M. J. **Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« La pile que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie fonctionne avec un seul liquide bichromaté, et présente des conditions particulières de constance.

» Pour concevoir le principe sur lequel elle est fondée, qu'on imagine

un siphon dont les deux branches inégales plongent dans le même vase contenant le liquide excitateur, l'une s'arrêtant dans le voisinage de la surface et l'autre allant près du fond. Dans la branche la plus longue, sont disposées les électrodes d'un couple zinc et charbon. L'amorçage du siphon ayant été fait d'une manière quelconque, le liquide remplit les deux branches et se tient en équilibre, s'il reste homogène. Mais qu'on vienne à réunir les deux électrodes du couple par un circuit, un courant prend naissance, le zinc se dissout et augmente la densité du liquide où il plonge. L'équilibre hydrostatique est rompu et il s'établit automatiquement une circulation, proportionnée à l'intensité du courant : le liquide chargé de zinc se dépose au fond du réservoir; le liquide frais en reste séparé suivant une surface plane absolument nette et, par ascension, remplace le liquide que la gravité a entraîné. Un régime permanent s'établit.

» Un semblable élément peut être comparé à une cheminée dans laquelle le comburant est appelé à se renouveler par tirage autour du combustible.

» J'ai adopté, à cause des facilités de construction, la forme tubulaire pour mon élément. Le charbon est un tube à l'intérieur duquel est suspendu un crayon de zinc. Cette capacité intérieure constitue la branche longue du siphon. Dans mon appareil d'essai, la deuxième branche est l'espace annulaire compris entre le charbon et un tube enveloppe en verre. La communication entre les deux branches est établie par une couronne de trous, percés en haut du charbon. L'amorçage du siphon se fait par aspiration.

» Cet amorçage pourrait également s'obtenir par refoulement, mais, pour éviter les joints rarement étanches pour l'air, le plus simple est d'amener le liquide au niveau convenable, c'est-à-dire un peu au-dessus des orifices d'alimentation, en plongeant l'élément dans le réservoir même du liquide excitateur.

» Plusieurs éléments peuvent être plongés dans le même réservoir, à la condition de réduire au minimum les dérivations de l'un à l'autre, en les enveloppant de gaines isolantes de caoutchouc ou de verre, munies seulement des petits orifices supérieurs et inférieurs nécessaires à la circulation. Dans une pareille situation, les éléments en fonction consomment seuls du liquide, les autres ne provoquent d'autre circulation que celle qui correspond à l'usure locale du zinc, d'autant moindre que le métal est plus pur ou mieux amalgamé.

» Avec les dimensions auxquelles je me suis arrêté, l'espacement des

éléments peut être de $0^m,03$ d'axe en axe. Dans un carré de $0^m,25$ de côté, on en peut donc faire tenir plus de cinquante.

» Chacun d'eux peut débiter en marche normale environ un ampère et demi, et il semble que ce modèle convienne particulièrement à l'éclairage par incandescence, dans lequel le courant ne dépasse guère cette intensité. Un groupement approprié permettrait d'ailleurs de faire toute autre application. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Effet chimique et effet physiologique de la lumière sur la chlorophylle*. Note de M. C. TIMIRIAZEFF, présentée par M. E. Becquerel.

« MM. Dumas et Boussingault, dans leur *Essai de statique chimique des êtres organisés,* ont, pour la première fois, signalé la possibilité d'un rapprochement entre l'effet physiologique de la lumière sur le végétal vivant et son action chimique lors de la formation de l'image daguerrienne ([1]). Quelques années plus tard, des idées analogues ont été émises par M. Helmholtz ([2]). Ces premières tentatives d'établir un lien entre le phénomène vital et un effet purement chimique durent cependant échouer devant le fait établi par Daubeny et W. Draper, que la décomposition de l'acide carbonique dans la plante est due à un groupe de rayons tout différent de celui auquel on attribuait à cette époque presque exclusivement les effets chimiques. Mais les progrès plus récents de la Physiologie végétale et de la Photochimie, grâce aux recherches surtout de M. Vogel, M. E. Becquerel et M. Abney sur les sensibilisateurs, semblent de nouveau rendre légitime un rapprochement pareil entre les phénomènes physiologiques qui se passent au sein des tissus vivants et ceux qui constituent la base des nouveaux procédés photographiques.

» La décomposition de l'acide carbonique se trouvant être en rapport avec l'absorption élective de la chlorophylle, et cette dernière substance exerçant, comme l'a démontré M. E. Becquerel, une action sensibilisatrice sur les sels d'argent, tout donnait lieu de croire que le rôle physiologique de cette substance pourrait, en partie du moins, se réduire à celui d'un sensibilisateur ([3]). Un point restait encore à élucider. De l'étude des

([1]) *Loc. cit.*, p. 24.

([2]) *Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte*, 1854. Pop. Vorträge, p. 127.

([3]) C. TIMIRIAZEFF, *Recherches sur la décomposition de l'acide carbonique* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII; 1877).

substances sensibilisatrices, des recherches de M. Abney en particulier, il ressort que, pour jouer le rôle de sensibilisateur, il ne suffit pas qu'une substance absorbe certains rayons, mais qu'elle doit encore subir à elle seule une décomposition dans ces rayons mêmes qu'elle absorbe ([1]). La coloration de la chlorophylle sous l'influence de la lumière est un fait bien connu depuis Senebier, mais les physiologistes attribuent généralement cet effet, non pas aux rayons absorbés par la chlorophylle, mais aux rayons jaune vert qui ne le sont que bien peu. Quoique cette opinion soit en contradiction avec des faits constatés, il y a longtemps, par Herschel et W. Draper, et plus récemment par Démentieff ([2]), il m'a semblé digne d'intérêt de soumettre à une épreuve directe ce point si important pour la théorie de la fonction chlorophyllienne. Voici les résultats des expériences faites en juillet et août 1883.

» Afin d'éviter les sources d'erreur dues à l'inégalité de dispersion dans le spectre prismatique et de disposer en même temps d'une lumière aussi intense qu'il était possible, j'ai adopté la méthode ingénieuse proposée par M. Paul Bert, et qui consiste à recomposer la lumière préalablement dispersée par un prisme ([3]). Je me suis servi à cet effet de l'appareil composé d'une lentille cylindrique et d'un prisme d'un petit angle réfringent généralement usité pour les expériences sur les teintes complémentaires. Cette disposition permet de faire deux expériences comparatives à la fois. Les deux images focales de couleurs complémentaires étaient reçues tantôt sur de petites éprouvettes qui contenaient de l'eau à 30 pour 100 d'acide carbonique et une petite branche d'*ellodea*, tantôt sur une plaque en verre couverte d'une couche de collodion additionné d'un peu de chlorophylle. Dix minutes d'exposition suffisaient généralement pour obtenir d'un côté la quantité nécessaire de gaz dégagé par la plante, et de l'autre une impression des deux images lumineuses sur la couche sensible de chlorophylle. Pour évaluer la quantité d'oxygène dégagée par la plante, je me suis servi d'une méthode nouvelle qu'on pourrait qualifier de méthode *micro-eudiométrique*. Réservant la description de la méthode pour une autre communication, je me bornerai à indiquer les principaux résultats obtenus.

» Le spectre étant divisé en deux parties égales par rapport au spectre

---

([1]) *Nature*, 15 décembre 1881, p. 166.

([2]) *Inst. Jahresbericht*, 1876, p. 924. Les expériences de M. Dementieff ont été exécutées dans mon laboratoire et sous ma direction.

([3]) *Comptes rendus*, 1878, p. 697.

normal, les deux images focales étaient colorées en jaune et en bleu. L'effet physiologique et l'effet photographique coïncidaient parfaitement, le maximum d'action se trouvant dans les deux cas dans le jaune, tandis que l'effet de la lumière bleue était à peine sensible.

» La partie bleu violet du spectre étant éliminée, au moyen d'une feuille d'étain appliquée sur la plaque en verre qui recevait l'image spectrale, la partie moins réfrangible du spectre était décomposée en deux faisceaux, rouge et vert jaunâtre, d'égale étendue (toujours par rapport au spectre normal). L'effet physiologique et l'effet physique se trouvaient de nouveau du même côté, le maximum étant dans le rouge.

» Enfin, en écartant la feuille d'étain et en plaçant le petit prisme dans la partie jaune vert du spectre, j'obtenais deux faisceaux, dont un jaune verdâtre et l'autre violet. Ce dernier contenait presque la totalité des radiations absorbées par la chlorophylle, tandis que le premier ne contenait que de la lumière verte, qui est réfléchie par la végétation. Le résultat était cette fois facile à prévoir : les deux maxima se trouvaient du côté de la bande violette.

» Les faits qui viennent d'être constatés permettent de formuler l'état actuel de nos connaissances sur la fonction chlorophyllienne dans les termes suivants :

» I. La chlorophylle agit à la manière d'un sensibilisateur en éprouvant une décomposition et en provoquant la décomposition de l'acide carbonique dans les régions du spectre qu'elle absorbe.

» II. Les différents rayons absorbés par la chlorophylle affectent la décomposition à des degrés bien différents. Le maximum de décomposition coïncide d'une manière frappante avec le maximum d'énergie dans le spectre normal. Partant de cette distribution de l'énergie dans le spectre normal constatée par MM. Langley et Abney, on arrive à la conclusion que c'est à l'amplitude plutôt qu'à la vitesse des vibrations qu'est dû cet ébranlement de la molécule chimique de l'acide carbonique, qui a pour effet final sa dissociation. Ce sont précisément ces vibrations qui possèdent la plus grande amplitude qui sont énergiquement absorbées par la chlorophylle et transformées en travail chimique.

» III. L'effet chimique de la lumière dans la chambre photographique peut être parfaitement analogue à son effet physiologique dans le végétal vivant, à condition que la substance impressionnable présente, dans les deux cas, des phénomènes d'absorption identiques, et que ce soit dans les deux cas la chlorophylle. C'est ainsi que, par un retour non sans exemple

dans l'histoire des Sciences, nous retrouvons, sous une forme légèrement modifiée, l'idée initiale sur l'analogie entre le phénomène vital et le procédé chimique énoncée, il y a juste quarante ans, par MM. Dumas et Boussingault. »

SPECTROSCOPIE. — *Relations entre le spectre ultra-violet de la vapeur d'eau et les bandes telluriques* A, B, α *du spectre solaire*. Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Cornu.

« La vapeur d'eau donne dans la région ultra-violette un spectre d'émission formé de bandes terminées brusquement par une arête vive vers le côté le plus réfrangible, et dégradées vers l'autre côté ([1]).

» Une première bande, très intense, fut découverte en Angleterre simultanément par Huggins et Liveing et Dewar. Longueur d'onde de la raie arête, d'après Huggins, 306,2 (*Comptes rendus*, t. XC, p. 1455).

» Deux ans après, Liveing et Dewar annoncèrent une deuxième bande plus réfrangible et moins forte. Longueur d'onde de la raie arête d'après leur dessin, 280,5 (*Proceedings*, janvier 1882).

» J'ai obtenu une troisième bande, non encore signalée, encore plus réfrangible et très faible. Longueur d'onde de la raie arête, 261,05 environ.

» Cette troisième bande présente un intérêt tout spécial pour le motif suivant : les trois bandes, examinées sur de bonnes épreuves, présentent une structure qui rappelle celle des bandes A, B, α du spectre solaire. Ces trois bandes telluriques, dont la structure a été reconnue presque identique par MM. Langley et Cornu, seraient dues, d'après les expériences d'Egoroff, à l'absorption de l'oxygène seul. J'ai donc été conduit à faire du spectre de la vapeur d'eau une étude approfondie.

» Après des comparaisons longues et minutieuses, j'arrivai aux résultats suivants :

» 1° La première bande de la vapeur d'eau comprend une série de raies qui reproduisent ligne pour ligne, avec les mêmes distances et les mêmes

---

([1]) En conservant cette dénomination de *spectre de la vapeur d'eau*, je n'entends rien préjuger sur les réactions chimiques qui peuvent s'accomplir au moment de l'incandescence de cette vapeur, ni sur le rôle que peut jouer l'un des éléments : cette dénomination exprime simplement que le spectre est différent de ceux qu'on obtient avec l'oxygène et l'hydrogène *secs*.

intensités relatives, la bande A tellurique. En rapprochant certaines photographies, on arrive à compter, comme dans A, jusqu'à 17 doublets d'intensité décroissante.

» La deuxième bande de la vapeur d'eau comprend de même une bande B, avec ses 12 doublets.

» Enfin, sur la troisième bande de la vapeur d'eau, très faible, on retrouve la bande α, mais peu développée.

» 2° Dans la première bande de la vapeur d'eau, au milieu de la série de raies du type A, on trouve une deuxième série du même type, plus réfrangible et plus faible. Cette deuxième série n'a jamais offert plus de 10 doublets; elle est surtout peu développée, lorsque l'oxygène est en excès.

» La deuxième bande de la vapeur d'eau comprend de même une deuxième bande B plus réfrangible et moins intense.

» La troisième bande de la vapeur d'eau, très faible, n'a montré nettement qu'une seule bande α.

» 3° Chaque bande de la vapeur d'eau, outre les deux séries telluriques qui occupent surtout la partie la plus réfrangible, présente d'autres raies intenses, dans l'autre partie, près de l'arête [1].

» 4° Les bandes A, B, α de la vapeur d'eau sont semblables aux bandes telluriques, au sens géométrique du mot; mais elles sont beaucoup plus larges que ces bandes, ou que les harmoniques telluriques qui occuperaient leur place dans le spectre ultra-violet. Pour la première bande de la vapeur d'eau, les largeurs de la bande A de la vapeur d'eau et de la bande A tellurique, calculées en inverses de longueurs d'onde, sont à peu près dans le rapport de 12 à 1.

» En résumé, le spectre de la vapeur d'eau incandescente offre des bandes semblables aux bandes d'absorption de l'oxygène à basse température; de plus, et c'est là peut-être le point le plus curieux, il y a deux séries de bandes et non une seule; et ces bandes, dans la vapeur d'eau, sont considérablement élargies.

» Tels sont les faits. Ils peuvent conduire à des conséquences impor-

---

(1) Pizazi Smith, dans son ouvrage (*Gaseous spectra in vacuum tubes*), donne un spectre qu'il attribue à l'hydrogène à basse température et qui offre quelques analogies avec ces raies supplémentaires. Mais le dessin de Piazzi Smith est incomplet, et, d'après l'aveu même de l'auteur, le spectre ne peut être attribué sûrement à l'hydrogène. D'ailleurs c'est au spectre d'absorption de l'hydrogène, non encore connu, que j'aurais voulu les comparer.

tantes, et suggérer des idées nouvelles sur le mode vibratoire et la constitution des corps composés. Mais je ne veux pas développer actuellement ces points délicats. Je donnerai seulement quelques détails sur les expériences qui ont conduit aux résultats.

» MM. Liveing et Dewar ont fait une étude spéciale du spectre de la vapeur d'eau, qu'ils ont obtenu dans la combustion de tous les hydrocarbures, et dans l'étincelle non condensée de tous les gaz humides à la pression ordinaire. Leurs expériences établissent que ce spectre de bandes est dû à la vapeur d'eau ou, tout au moins, que la vapeur d'eau est nécessaire à sa formation. Mais, dans les conditions de leurs essais, le spectre était relativement faible.

» J'ai cherché, de mon côté, à le produire aussi intense que possible. Aussi ai-je illuminé la vapeur d'eau pure, sans gaz étranger, et aux basses pressions. De plus, j'ai adopté pour le tube spectral la forme de Piazzi Smyth et Monckhoven, qui permet l'examen de l'étincelle dans le prolongement de la partie effilée.

» Le spectre acquiert alors une vigueur tout à fait exceptionnelle. La première bande, qui, dans le dessin d'Huggins, s'étend de λ 306 à λ 328, a une largeur bien plus grande et s'étend jusqu'à λ341 et même au delà. La deuxième bande remplit tout l'intervalle qui la sépare de la première. Enfin la troisième bande se montre nettement.

» Sur les premières épreuves, je constatai les analogies signalées plus haut. D'autre part, j'avais toujours pensé que les spectres des corps composés, et les spectres d'absorption des corps simples, qui ont la même structure, avaient entre eux les relations les plus intimes, et je résolus de pousser plus loin l'investigation.

» Je produisis le spectre de la vapeur d'eau dans les conditions les plus diverses; d'abord par la combustion des hydrocarbures, ensuite dans des tubes spectraux de formes variées avec ou sans condensateur, et avec excès d'hydrogène ou d'oxygène. Les tubes d'oxygène humide et de vapeur d'eau très raréfiée donnèrent des bandes très simplifiées.

» Les principaux spectres obtenus furent relevés avec soin et comparés directement aux bandes telluriques A, B, α, dont MM. Langley, Thollon et Abney ont donné des dessins. Enfin, M. Cornu mit gracieusement à ma disposition des dessins inédits de ces mêmes bandes, rapportées aux longueurs d'onde, plus complets que les précédents; et même il eut la bonté de bien m'indiquer un procédé simple, qu'il publiera bientôt, permettant de retrouver rapidement dans un mélange confus de raies des groupes d'un type déterminé.

» Dans une Communication prochaine, je compte présenter d'autres faits analogues, et discuter leurs conséquences ([1]). »

CHIMIE. — *Sur la préparation du gaz ammoniac.* Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« On obtient généralement le gaz ammoniac en décomposant par la chaux le chlorhydrate d'ammoniaque. Si nous représentons cette préparation par la formule $AzH^3HCl + CaO = CaCl + AzH^3 + HO$, la réaction correspond à une absorption de $10^{cal},9$, qui se trouverait diminuée de $7^{cal},55$ par la formation de l'hydrate CaOHO. Pour expliquer cette anomalie, on a recours aux phénomènes de dissociation : je vais essayer de préciser cette notion à l'aide de quelques expériences.

» A la température ordinaire, les choses ne se passent pas comme semble l'indiquer la formule : si la température n'est pas trop élevée, le gaz ammoniac reste combiné au chlorure de calcium pour donner le composé $CaClAzH^3$ dont la formation dégage environ 14^{cal}; la réaction est alors accompagnée d'un dégagement de chaleur, mais il faut élever la température à 180° ou 200° pour dissocier rapidement ce composé avec production de gaz ammoniac à la pression atmosphérique. Cette décomposition absorbe 14^{cal} par équivalent d'ammoniaque.

» On voit qu'il en est ainsi en abandonnant dans le vide barométrique à la température ordinaire un mélange intime de chaux et de chlorhydrate d'ammoniaque : la matière augmente de volume par suite de la formation de chlorure de calcium ammoniacal, sans qu'il se dégage sensiblement de gaz.

» Les chlorures de baryum et de strontium ne paraissant pas former de composé ammoniacal, il était curieux d'étudier l'action de la baryte et de la strontiane sur le chlorhydrate d'ammoniaque. La baryte dégagerait $1^{cal},7$, la chaux absorberait 3^{cal}, en produisant de l'ammoniaque gazeuse. En réalité, il ne semble se produire aucune action à la température ordinaire; on n'observe dans le vide aucune formation de gaz; sous l'influence de la chaleur, le dégagement d'ammoniaque a lieu d'une manière rapide vers 180° ou 200° seulement.

([1]) Ce travail a été fait à l'École Polytechnique, au laboratoire de M. Cornu, qui a bien voulu me prêter ses appareils photographiques, et qui m'a aidé constamment de ses conseils et de son expérience.

» D'autres oxydes agissent mieux sur le chlorhydrate d'ammoniaque: ainsi la litharge décompose déjà ce sel lentement, à la température ordinaire, en produisant du gaz ammoniac; la réaction est accompagnée d'une absorption de $12^{cal},9$, et cependant la tension du gaz dans le vide croît lentement et finit par devenir, à 15°, très voisine de la pression atmosphérique; la production d'un oxychlorure donnant $3^{Cal},3$ n'empêcherait pas la réaction de rester endothermique.

» Nous pouvons préparer l'ammoniaque avec d'autres composés, tels que le bisulfhydrate ou le carbonate anhydre d'ammoniaque : ces corps possèdent déjà à la température ordinaire une tension notable de dissociation, la vapeur qu'ils émettent étant formée, comme je l'ai montré, d'un mélange de gaz ammoniac et acide sulfhydrique ou carbonique libre. Une base qui s'emparerait, même partiellement, de l'acide libre amènerait la dissociation d'une nouvelle quantité de matière solide, jusqu'à ce que se produise un nouvel état d'équilibre réglé par les lois de la tension de dissociation de ces corps en présence d'un excès de gaz ammoniac libre. Il suffit donc que les bases puissent s'unir à l'acide gazeux pour que la réaction ait lieu, sans que la chaleur de formation du sel ammoniacal intervienne. C'est ainsi que l'oxyde de plomb agit sur le sulfhydrate d'ammoniaque avec formation de sulfure de plomb et de gaz ammoniac. La chaux, la baryte, la strontiane anhydres n'exercent pas d'action, à la température ordinaire, sur les acides carbonique et sulfhydrique et par suite n'agissent pas dans ces conditions sur les composés ammoniacaux formés par ces acides. Si, comme l'ont fait MM. Engel et Moitessier, on absorbe par l'eau ou le charbon le gaz ammoniac du bisulfhydrate, l'acide sulfhydrique devient libre et se dégage.

» Nous pouvons admettre qu'il en est de même pour le chlorhydrate d'ammoniaque que la chaleur semble décomposer, en très grande partie du moins, en ammoniaque et acide chlorhydrique. Aussi le chlorure de zinc, qui peut absorber le gaz ammoniac à température élevée, décompose rapidement à cette température le sel ammoniac avec dégagement d'acide chlorhydrique et donne le chlorure $ZnClAzH^3$; la formation de ce chlorure dégage cependant bien moins de chaleur que la production du chlorhydrate d'ammoniaque. Les oxydes, tels que la chaux, la litharge, qui absorbent le gaz chlorhydrique à froid, donnent, avec le sel ammoniac, à la température ordinaire, du gaz ammoniac libre ou combiné avec le chlorure produit. La baryte et la strontiane n'agissent guère sur l'acide chlorhydrique libre au-dessous de 180° à 200°; aussi c'est à cette température

seulement qu'elles donnent un dégagement notable de gaz ammoniac, en agissant sur le sel ammoniac.

» Ainsi, dans la préparation de l'ammoniaque gazeuse, à l'aide des bases anhydres, nous n'avons pas à tenir compte des $42^{cal},5$ que donne l'union des gaz ammoniac et acide chlorhydrique, et la réaction se réduit à la séparation des gaz qui sont devenus libres par suite d'un phénomène de dissociation qui emprunte aux corps voisins la chaleur dont il a besoin. La production de chlorures ammoniacaux tend plutôt à empêcher le dégagement du gaz qu'à favoriser la réaction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un camphre monochloré-monobromé isomère.* Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Friedel.

« La formation du camphre monochloré-monobromé, que nous avons signalée dans une précédente Note, est précédée de la formation d'un corps isomère, si l'on évite une action trop prolongée de la température au cours de la préparation.

» Une molécule de camphre monochloré chauffée en tube scellé à 110° avec 2^{at} de brome pendant une heure seulement, au lieu de cinq heures, donne, après lavage à l'eau et par refroidissement, une masse cristalline molle qu'on purifie par expression, par dissolution dans l'alcool et précipitation par l'eau. Après une nouvelle cristallisation dans l'alcool, l'analyse donne la composition d'un camphre chlorobromé $C^{10}H^{14}ClBrO$.

» Pour 0,6115 de matière, nous avons obtenu 1,7455 AgCl et AgBr, soit 121,91 pour 100, dont 52,777 AgCl et 69,138 AgBr.

» Pour 0,3104 de matière, nous avons obtenu :

CO^2	0,512
H^2O	0,1534

soit

	En centièmes.	Pour $C^{10}H^{14}ClBrO$.
C	45,59	45,20
H	5,49	5,27
Cl	13,05	13,37
Br	29,42	30,13

» Les propriétés physiques de ce corps suffisent à établir un cas d'isomérie évident avec le composé chlorobromé obtenu après cinq heures de

chauffe. Il fond à 50°; l'autre corps fond à 95°-96°. Son pouvoir rotatoire est

$$[a]_j = +51°.$$

L'autre corps donne

$$[a]_j = +78°.$$

» Le premier pouvoir rotatoire a été pris au sein de l'alcool, le second au sein du chloroforme, mais nous nous sommes assuré que ces deux dissolvants se comportaient d'une façon très voisine.

» Ce corps cristallise sous forme de petits cristaux mal définis se massant sous le pilon. Il se présente avec une grande blancheur. S'il a été mal purifié, il jaunit à la lumière avec des taches couleur de brome sur certains points. Il est très soluble dans l'alcool froid, l'éther, le chloroforme, il est insoluble dans l'eau. Il a une odeur et une saveur rappelant son isomère moins soluble dans l'alcool froid, et cristallisant sous forme de belles paillettes.

» Il ne distille pas sans décomposition : il noircit avec dégagement d'acides chlorhydrique et bromhydrique.

» Il est remarquable que, dans les dérivés substitués du camphre déjà nombreux que nous avons réussi à former, deux isomères apparaissent, constamment, l'un à point de fusion plus élevé, se présentant sous forme de gros cristaux, l'autre sous forme cristalline mal définie avec consistance molle comme le camphre. Nous continuons à appeler cette dernière série β et la première α. Des distinctions chimiques permettront peut-être de mieux définir ces deux séries également constatées par d'autres auteurs sur les dérivés bromés du camphre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide diéthylamido-α-butyrique.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie mes recherches sur quelques acides amidés dérivés de l'acide butyrique normal [1] : les acides méthyl-, éthyl- et phénylamido-α-butyrique; depuis, en continuant cette étude, je suis parvenu à obtenir l'acide diéthylamido-α-butyrique : c'est la préparation de cet acide qui fait l'objet de la présente Note.

» Pour obtenir l'acide diéthylamido-α-butyrique, on fait réagir l'acide

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 425; 1879.

bromo-α-butyrique (1^{mol}) sur une solution aqueuse et concentrée de diéthylamine (3^{mol} environ). Il faut avoir soin de verser lentement l'acide dans la base, afin d'éviter une trop forte élévation de température. La réaction s'accomplit d'après l'équation suivante :

$$\underbrace{CH^3 - CH^2 - CHBr - COOH}_{\text{Acide bromobutyrique.}} + 2\underbrace{[AzH(C^2H^5)^2]}_{\text{Diéthylamine.}}$$
$$= \underbrace{CH^3 - CH^2 - CHAz(C^2H^5)^2 - COOH}_{\text{Acide diéthylamido-}\alpha\text{-butyrique.}} + \underbrace{AzH(C^2H^5)^2, HBr.}_{\text{Bromhydrate de diéthylamine.}}$$

» Pour terminer la réaction, on porte le mélange à l'ébullition pendant huit ou dix heures dans un appareil à reflux, puis on ajoute une solution de baryte caustique, en léger excès, pour décomposer le sel de diéthylamine formé et en chasser la base par l'ébullition. On précipite ensuite exactement la baryte par l'acide sulfurique. On traite par l'oxyde d'argent pour mettre l'acide amidé en liberté; on filtre, on enlève par l'hydrogène sulfuré un peu d'argent dissous, et l'on concentre jusqu'à consistance sirupeuse. On obtient ainsi l'acide diéthylamido-α-butyrique impur. A cet état, il forme un sirop soluble en toutes proportions dans l'eau et dans l'alcool; l'éther le précipite de sa solution alcoolique concentrée sous la forme d'une huile.

» Pour purifier l'acide diéthylamido-α-butyrique, on le met en digestion, pendant quelques jours, à une température de 60° environ, avec un grand excès d'hydrate de cuivre en suspension dans l'eau, puis on évapore lentement la solution au bain-marie, jusqu'à pellicule. Par le refroidissement, il se dépose un sel en cristaux mal formés, d'un rouge violacé foncé, qu'on purifie par quelques cristallisations dans l'eau.

» A l'aide de ce sel, on obtient facilement l'acide diéthylamido-α-butyrique pur; pour cela, il suffit de décomposer ce sel par l'hydrogène sulfuré et d'évaporer la solution jusqu'à consistance sirupeuse. L'acide ainsi obtenu, exposé au-dessus de l'acide sulfurique, finit par se prendre en une masse cristalline.

» L'acide diéthylamido-α-butyrique est un corps solide, cristallin, excessivement soluble dans l'eau, un peu moins soluble dans l'alcool absolu, très peu soluble dans l'éther. L'éther précipite la solution alcoolique concentrée de cet acide sous la forme d'une huile.

» L'acide diéthylamido-α-butyrique est excessivement déliquescent.

» Une solution concentrée de cet acide chauffée au bain-marie perd un

peu d'acide qui se volatilise en donnant quelques fumées comme le font les solutions concentrées des acides méthyl et éthyloxamique.

» L'acide diéthylamidobutyrique, chauffé avec précaution, fond à 135° en se sublimant légèrement; à une plus haute température, il distille en laissant un léger résidu charbonneux.

» Soumis à l'analyse, cet acide a fourni les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
C^8	60,38	59,89
H^{17}	10,69	10,97
Az	8,81	9,25
O^2	20,12	
	100,00	

» L'acide diéthylamido-α-butyrique fournit, comme on l'a vu plus haut, un sel de cuivre d'un rouge violacé foncé, dont la poussière est à peu près couleur lie de vin; ce sel est très soluble dans l'eau et dans l'alcool; les solutions que l'on obtient avec ces deux dissolvants sont d'un beau violet analogue au violet de méthyle.

» Le diéthylamidobutyrate de cuivre est le seul sel de l'acide diéthylamidobutyrique qu'il m'ait été possible d'obtenir pur et cristallisé; il est anhydre. Il permet de purifier l'acide diéthylamidobutyrique.

» Soumis à l'analyse, ce sel a fourni les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
C^{16}	50,59	50,84
H^{32}	8,43	8,94
Az^2	7,38	7,72
Cu	16,73	17,12
O^4	16,87	
	100,00	

HISTOLOGIE. — *Des ganglions intra-rocheux du nerf auditif chez l'homme.* Note de M. G. Ferré, présentée par M. Paul Bert.

« Nous avons sectionné les nerfs auditifs à $0^m,015$ avant leur bifurcation en nerf cochléaire et en nerf vestibulaire, puis les ganglions nerveux ont été recherchés sur toute la portion des nerfs comprise dans le rocher.

» Ces ganglions sont au nombre de trois seulement chez l'homme : le premier, situé sur le nerf vestibulaire à $0^m,005$ environ au-dessus de la

crête falciforme, est le ganglion de Scarpa; le second, placé à la même hauteur et presque contigu au précédent, est situé sur le faisceau le plus extérieur de l'éventail que forme le nerf cochléaire au moment où il pénètre dans l'axe du limaçon; le troisième enfin est disposé en spire tout le long de la lame spirale : c'est le ganglion de Rosenthal ou de Corti.

» D'après leur disposition respective, on peut dire qu'ils forment une véritable spire continue commençant au niveau du nerf vestibulaire, passant dans le nerf cochléaire, se prolongeant dans le canal spiral et aboutissant au sommet de la cochlée.

» *Tous les filets issus de l'auditif vont donc passer par une couche de cellules ganglionnaires.*

» Il existe par conséquent, dans l'auditif comme dans l'optique, avant la terminaison définitive de ces nerfs, une couche de cellules ganglionnaires. C'est un fait qu'il nous a paru intéressant de noter au point de vue de l'anatomie et de la physiologie générales.

» L'étude des ganglions nerveux de l'auditif peut être faite au moyen de sections et de dissociations. On injecte, au préalable, une solution d'acide osmique à $\frac{1}{100}$ dans les rochers, on les y laisse macérer pendant vingt-quatre heures. Les coupes sont faites après décalcification dans l'acide picrique en solution saturée ou bien dans l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{5}$. Lorsque la décalcification du rocher est obtenue, on va à la recherche des branches de l'auditif, puis on les dissocie.

» Les préparations faites sur les rochers de jeunes animaux tels que chien et chat peuvent montrer nettement la structure du ganglion de Rosenthal, mais sont insuffisantes pour l'étude des deux autres ganglions : ces derniers sont en effet trop rapprochés des ganglions voisins n'appartenant pas à l'auditif. Aussi doit-on avoir recours, pour étudier ces deux derniers ganglions, aux rochers d'animaux adultes. Nous avons choisi l'enfant et l'adulte. Ces recherches nous ont permis de trouver chez l'enfant de deux mois et demi, au-dessus de la terminaison ampullaire du nerf auditif, la cupule terminale. Nous avions, dans un travail precédent, démontré l'existence de cet organe chez les autres vertébrés.

» Nous nous sommes livré, avant de passer à l'étude de ces ganglions, à un examen approfondi des terminaisons proprement dites de l'auditif. Nous n'avons trouvé au delà d'eux aucune cellule nerveuse ganglionnaire. Donc cette couche est unique. Les éléments cellulaires que nous avons rencontrés sont des cellules arrondies, des myélocites qui concourent avec d'autres éléments cellulaires, tels que les arcs de Corti et les cellules de

Corti, à maintenir les cellules perceptrices des vibrations dans une direction déterminée.

» Quelques auteurs ont discuté la situation et le nombre de ces ganglions. Nous croyons qu'il faut s'en tenir, chez l'homme du moins, au nombre et à la situation que nous avons indiqués. Entrons dans l'énumération de quelques détails importants.

» *Ganglion de Rosenthal.* — Il est roulé en spirale suivant le trajet du canal spiral dans lequel il est contenu. Il est incomplètement divisé en îlots par des crêtes de substance osseuse ou des lamelles périostiques qui font saillie dans le canal spiral. Les cellules ganglionnaires, enchâssées dans un stroma conjonctif, sont volumineuses et paraissent bipolaires. Les filets afférents proviennent du nerf cochléaire. Ces filets arrivant dans le ganglion suivent, pour la plupart, un trajet perpendiculaire à l'axe longitudinal du ganglion, se mettent en rapport avec les cellules ganglionnaires et suivent, comme filets efférents, une direction qui est le prolongement de celle qu'ils avaient avant d'entrer dans le ganglion : ce sont des filets radiaux. Ils passent dans le canal de la lame spirale, s'étalent sur la lame basilaire et se rendent à l'organe de Corti.

» D'autres filets adhérents, avant d'entrer dans le ganglion, subissent une déviation brusque qui les rend parallèles à l'axe du ganglion. Ils s'enroulent même sur lui, de telle façon que leur point d'immersion ganglionnaire est situé au-dessus de leur point d'arrivée dans le canal spiral. Ces filets, qu'on peut appeler *filets spiraux*, forment par leur contiguïté une sorte d'étui qui enveloppe le ganglion de Rosenthal. La section de cet étui se présente sous forme de deux bandelettes qui comprennent la zone ganglionnaire sur une coupe longitudinale de l'organe. Les filets efférents de ces filets radiaux, issus des cellules ganglionnaires, continuent leur enroulement et se rendent dans le canal de la lame spirale. Comme les filets radiaux, ils vont se rendre à l'organe de Corti.

» A cause de ces courbures, ces filets sont agencés de telle façon, qu'un îlot ganglionnaire placé en un point déterminé reçoit, non seulement l'impression du point correspondant de l'organe de Corti par l'intermédiaire des faisceaux radiaux qui y pénètrent, mais encore celle de points du même organe situés au-dessus ou au-dessous par l'intermédiaire des filets spiraux.

» Il existe encore des filets nerveux allant d'un îlot ganglionnaire à un autre : ce sont là des filets commissuraux.

» Ces différents faisceaux forment une intrication assez compliquée, et

c'est au moyen d'un très grand nombre de coupes examinées avec soin qu'on peut se rendre compte des directions variées des filets qui traversent ce ganglion de Rosenthal.

» *Ganglion de Scarpa.* — Le ganglion de Scarpa, situé sur le nerf vestibulaire avant sa trifurcation, fait une saillie à peine visible. Il est gros comme un grain de chènevis, à peu près. Sur les nerfs préparés à l'acide osmique, il est indiqué par une teinte plus claire. Le troisième ganglion, qui a été indiqué par Boettcher, peut être regardé comme le trait d'union entre le ganglion de Scarpa et celui de Rosenthal. Les détails de structure du ganglion de Scarpa et de celui de Boettcher sont identiques.

» Ils sont formés d'un stroma de tissu conjonctif très fin, déterminant des loges où sont enfermées les cellules ganglionnaires. Ces dernières sont volumineuses : leur grand diamètre mesure 30^{μ} environ, leur moyen 12^{μ}. Elles possèdent deux prolongements principaux en rapport avec les filets afférents et les filets efférents. On voit sur des coupes très fines se détacher des cellules, des prolongements fins, clairs, réfringents, qui semblent traverser la coque cellulaire et se mettre en rapport avec des prolongements analogues, issus des cellules voisines. Ces prolongements se voient aussi sur des cellules dissociées. Nous nous promettons d'examiner si de tels prolongements n'existent pas dans le ganglion de Rosenthal. Les cellules de ces ganglions seraient donc des cellules associées, présentant deux prolongements principaux.

» Les filets efférents de ces deux ganglions vont se rendre aux terminaisons vestibulaires de l'auditif, tandis que les filets efférents du ganglion de Rosenthal vont se rendre à l'organe de Corti.

» En résumé, de l'étude que nous avons faite, il résulte qu'il existe dans la portion de l'auditif que nous avons fixée, trois ganglions nerveux qui forment une zone de cellules analogues à l'une de celles qu'on retrouve dans la rétine. Elle représenterait probablement la couche des cellules multipolaires de cette dernière. »

TÉRATOLOGIE. — *Des anomalies symétriques des doigts et du rôle que l'on pourrait attribuer à l'atavisme dans ces anomalies.* Note de M. E. VERRIER.

» L'auteur n'a eu en vue, dans ce travail, que les anomalies symétriques.

» Il rappelle l'influence de l'hérédité aussi bien sur la *polydactylie* (aug-

mentation du nombre des doigts) que sur l'*ectrodactylie* (diminution de ce nombre).

» L'arrêt de développement ne saurait s'appliquer à l'existence des doigts supplémentaires.

» La théorie des causes mécaniques agissant dans l'œuf peut, jusqu'à un certain point, expliquer un cas d'ectrodactylie unilatéral; mais on ne saurait l'admettre lorsqu'il s'agit d'un cas d'ectrodactylie symétrique portant sur une paire de membres homologues, quelquefois sur les deux, pas plus que pour la polydactylie ou la palmature.

» C'est à l'explication de la cause des anomalies symétriques, en plus comme en moins, que M. Verrier a consacré son étude.

» S'appuyant sur la classification des Vertébrés par le nombre de leurs doigts, l'auteur ajoute que, dans l'œuf à une certaine période de son développement, les membres apparaissent sous forme de bourgeons saillants, qui donnent un peu plus tard naissance aux doigts.

» Il existe une observation d'Oberteuffer (*Archives de Stark*, t. II, p. 145), dans laquelle tous les orteils étaient remplacés par un moignon arrondi, que ne supportait aucun squelette osseux à l'intérieur. C'est là un véritable arrêt de développement, et la nature était restée dans ce cas aux bourgeons charnus qui précèdent l'évolution des doigts.

» M. Verrier n'a pu trouver de fœtus à un seul doigt qui répondît aux monodactyles de la série animale, mais il croit qu'il en existe et appelle les observations sur ce sujet.

» Par contre, il rapporte trois cas de didactylie, dont deux pour le membre supérieur et un pour le membre inférieur. De même, il a observé deux cas de tridactylie symétrique dont l'un s'accompagnait en outre de palmature des pieds, ce qui rapprochait cette anomalie de la conformation des oiseaux palmipèdes qui ont trois doigts à l'aile, et les pieds palmés.

» Les tétradactyles sont bien plus fréquents, et M. Verrier en rapporte quatre exemples dans l'espèce humaine, ce qui n'est pas étonnant si l'on songe que les animaux tétradactyles appartiennent à des espèces voisines de l'homme. Il cite aussi le cas du nain Dantlow, rapporté par I. Geoffroy Saint-Hilaire, qui était tétradactyle double aux membres inférieurs.

» Le Dr Nicaise a encore réuni, depuis le travail de M. Verrier, de nouveaux cas d'ectrodactylie qu'il a communiqués à la Société de Chirurgie.

» La pentadactylie est l'état normal chez l'homme; elle représente, dans l'état actuel des êtres organisés, la perfection la plus complète pour les appendices terminaux des membres. Mais que penser alors de la polydac-

tylie sexdigitale, qui est plus fréquente que l'ectrodactylie symétrique et héréditaire dans certaines familles ?

» Pour tous ceux qui, sans idée préconçue, sont à la recherche de la vérité, deux hypothèses sont permises :

» 1° Ou bien, on pourrait considérer la polydactylie symétrique comme un jalon, une tendance de la nature vers une évolution plus parfaite, l'état plus élevé d'une série à venir, en un mot une véritable *anomalie progressive* que notre organisation actuelle ne peut encore bien comprendre, et qui correspondrait à un état cérébral plus parfait.

» Ou bien, au contraire, et j'ai une tendance à me rapprocher de cette opinion, on pourrait considérer la polydactylie comme se rapportant à une forme anatomique éteinte aujourd'hui qui se serait rencontrée à l'apparition des Mammifères terrestres dont quelques espèces avaient plus de cinq doigts et plus de trois phalanges à chaque doigt.

» Dans cette dernière hypothèse, la polydactylie sexdigitale, symétrique, serait encore une *anomalie régressive*. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur un nouveau type de Cordaïtée*. Note de MM. **B. Renault** et **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que la section des Cordaïtées a joué un rôle des plus importants dans la flore des temps anciens ; elle a des représentants depuis le terrain houiller inférieur jusque dans le terrain permien, et peut-être encore dans les formations secondaires. A certaines époques, les Cordaïtes ont même vécu en si grande abondance que leur présence, franchement prépondérante, a pu servir de caractéristique d'étage. En effet, depuis les travaux de M. Grand'Eury, on distingue les couches inférieures de Saint-Étienne, celles de Blanzy, de Longpendu, etc., sous le nom d'*étage des Cordaïtées*. Certaines couches de houille de ces bassins sont uniquement formées de bois, d'écorces, de feuilles de Cordaïtes superposés ayant conservé, malgré la houillification, leur organisation interne plus ou moins reconnaissable.

» Les grandes coupes admises par M. Grand'Eury dans la classification des Cordaïtées comprennent : 1° les *Cordaïtes* proprement dits ; 2° les *Dorycordaïtes ;* 3° les *Poacordaïtes*, différenciés par la forme et la nervation des feuilles, par les inflorescences et vraisemblablement par la structure du bois.

» Des échantillons recueillis à Commentry par M. Fayol et ses collabo-

rateurs nous permettent d'ajouter un quatrième type aux trois qui précèdent.

» Ce type intéressant est représenté par une extrémité de tige ou de rameau aplati, dont la partie supérieure est encore couronnée de feuilles. La longueur du fragment est de $0^m,15$; la largeur à la base compte 27^{mm} et 22^{mm} au sommet; il diminue donc assez lentement de diamètre.

» Une portion de la surface de l'échantillon est encore recouverte d'une mince couche de houille brillante, dure, tenace, élastique, offrant une organisation interne reconnaissable. Réduite en lame mince transparente, on y découvre l'épiderme formé de cellules rectangulaires à parois épaissies et une assise de tissu hypodermique; les autres parties de l'écorce, le liber, le bois ont été séparés ou détruits par la macération; ce n'est donc que la zone extérieure de l'écorce contenant l'hypoderme, l'épiderme et les mamelons des cicatrices foliaires que l'on retrouve à l'état de charbon; dès lors cette pellicule de houille, malgré sa minceur, est formée de deux feuillets distincts, résultant de la superposition des faces supérieure et inférieure de cette sorte de gaine superficielle houillifiée, amenées au contact par la compression.

» Les cicatrices laissées par les feuilles sur les *coussinets* ont la forme d'un croissant terminé en pointes aiguës non décurrentes, dont la convexité est en haut; la distance des pointes est de 4^{mm}, le rayon de l'arc concave inférieur est sensiblement égal à 2^{mm}; cet arc mesure donc une demi-circonférence; le rayon de courbure de l'arc supérieur est environ de 4^{mm}, l'épaisseur maximum du croissant est de 2^{mm}, ce qui dénote une feuille d'une épaisseur médiane assez forte. La feuille détachée présentait à la base une échancrure demi-circulaire venant s'adapter sur un coussinet de même forme, large de 4^{mm}, proéminent, à surface sensiblement plane et unie, se prolongeant, vers le bas, en une saillie à bords latéraux concaves d'abord, puis presque parallèles et distants de 3^{mm}; le coussinet et son prolongement mesurent 12^{mm} à 13^{mm}.

» La partie décurrente du coussinet présente, à la surface, des gerçures qui simulent un réseau irrégulier à mailles transversales; une coupe mince, faite dans cette région, montre que les mailles du réseau résultent de la déviation des fibres hypodermiques, écartées fortement de leur direction verticale primitive par l'accroissement rapide et énergique des tissus sous-jacents; l'épiderme s'est déchiré et ces déchirures forment l'intervalle vide des mailles.

» Certains *Cordaicladus*, entre autres le *C. ornatus* de M. Grand'Eury,

provenant du terrain houiller de Longpendu (Montchanin), présentent à leur surface, mais plus particulièrement entre les cicatrices, de nombreuses gerçures analogues et qui n'ont pas d'autre origine.

» Au sommet de l'échantillon les cicatrices foliaires sont d'abord très rapprochées, presque contiguës, et rappellent certaines Sigillaires du groupe des *Clathraria*, la partie décurrente et gercée du coussinet ne se développant que plus tard; mais elles s'écartent bientôt par l'élongation du rameau, et la distance de deux cicatrices immédiatement superposées devient égale environ à 43^{mm}; le nombre des cicatrices comprises entre ces deux dernières étant 4, le cycle foliaire est $\frac{2}{5}$.

» Nous avons dit que les feuilles étaient terminées à la base par une échancrure circulaire; à partir des bords de cette échancrure, elles s'élargissent régulièrement en prenant un contour arrondi; à une distance de la base de 4^{mm} à 5^{mm}, là où elles ont acquis une largeur maxima de 8^{mm}, elles commencent à s'atténuer, et à une distance de 11^{mm} elles n'ont plus que 5^{mm} de largeur; à partir de ce point, on les voit se diviser en un certain nombre de lanières rigides, dressées, variant de $0^{mm},5$ à 3^{mm} de largeur et longues de $0^{m},11$ à $0^{m},12$; la longueur totale des feuilles développées est donc environ de $0^{m},13$.

» Dans la partie de la feuille non divisée en lanières, on remarque des nervures fortes, saillantes, distantes de $0^{mm},5$, séparées par des stries parallèles extrêmement fines; ce sont évidemment ces nervures principales qui favorisaient et limitaient la formation des déchirures de la feuille. Nulle part, entre les nervures, on ne distingue le réseau cellulaire transversal, si apparent dans les feuilles de Cordaïtes.

» La persistance des feuilles, dans l'échantillon qui nous occupe, leur insertion sur un coussinet demi-circulaire, saillant, leur forme arrondie d'abord au-dessus de la base d'attache, puis contractée, enfin leur division en nombreuses lanières étroites, raides, dressées, sont autant de caractères qui le distinguent des types connus de Cordaïtes et qui nécessitent la création d'un groupe nouveau, que nous désignerons sous le nom de *Scutocordaïtes*, l'échantillon ayant servi à créer ce groupe portant le nom spécifique de *Scutocordaïtes Grand'Euryi*, en l'honneur du savant qui a tant contribué à la connaissance des Cordaïtes. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Contribution à l'étude des Fougères éocènes de l'ouest de la France.* Note de M. L. Crié, présentée par M. Chatin.

« Les empreintes de Fougères que nous avons recueillies dans les grès éocènes de la Sarthe et de Maine-et-Loire se rapportent aux espèces suivantes :

» Le *Pteris Fyeensis* Crié ne nous a présenté jusqu'à ce jour que des frondes stériles. Les pennules de ces frondes sont linéaires acuminées, auriculées à la base, dentées en scie et mesurant, sur un de nos échantillons, une longueur de $0^m,09$ environ. La nervure médiane, qui est creusée sur la face supérieure de la feuille d'un sillon très accentué, se ramifie pour donner naissance à des nervures secondaires, qui se terminent librement à la marge après une ou deux dichotomies. Ces nervures très rapprochées, arquées, convergentes, forment avec la nervure primaire un angle droit ou peu aigu. Sur le même limbe, on observe des nervures bi et trifurquées. Ces dernières sont formées par la ramification d'une nervure secondaire présentant une branche simple et une autre branche dichotome. Par la forme générale de ses pennules, le *Pteris Fyeensis* paraît voisin du *Pteris cretica* L., belle espèce qui croît aux Indes orientales et occidentales, au Mexique, en Chine et dans l'Europe méridionale, tandis que la base auriculée de ses pennules le rapproche du *Pteris longifolia* L., espèce du Népaul, des îles Philippines, des Indes orientales et des Grandes-Antilles. La nervation du *Pteris Fyeensis* rappelle celle du *Pteris umbrosa* R. Br., de la Nouvelle-Hollande, qui appartient au type *Tænioptens*. Comparée aux espèces fossiles, la Fougère de Fyé doit être rapprochée du *Pteris pseudopennæformis* Lesquereux, de l'étage lignitifère (lignitic group) de l'Amérique du Nord; mais elle rappelle surtout, par la forme et par la nervation de ses pennules, le *Pteris eocenica* Ettnigsh et Gard, dont les empreintes ne sont pas rares dans les couches éocènes de Bournomouth (Angleterre).

» A Fyé, nous avons recueilli, dans les plaques de grès qui renferment en abondance les pennules du *Pteris Fyeensis*, de nombreux fragments de tiges, de branches et de pétioles que nous rapportons à cette espèce. Quelques-uns de nos échantillons laissent voir plusieurs cicatrices vasculaires en forme de V et des faisceaux libéroligneux disposés en cercle dans le parenchyme fondamental silicifié.

» Le *Lygodium Fyeense* Crié, dont nous possédons aujourd'hui des échantillons bien caractérisés, représente une Fougère à feuille palmée et à nervation de *Cycolpteris*. La fronde fossile mesure une largeur de $0^m,035$ environ. Elle est divisée en quatre lobes arrondis au sommet, séparés les uns des autres par des sinus assez profonds; les deux lobes latéraux sont élargis et auriculés à la base. La nervation très nette présente un faisceau libéroligneux qui se bifurque en pénétrant dans le limbe. Un peu au-dessus de cette bifurcation, chacune des branches se divise en deux nouvelles nervures dichotomes qui s'étendent dans les quatre lobes de la feuille. Ces nervures émettent des nervures très fines et très nombreuses, flabellées, qui atteignent la marge après deux ou trois dichotomies. Les frondes du *Lygodium Fyeense* paraissent analogues à celles d'un Lygodium vivant de la section *Gisopteris* Bernh., le *Lygodium palmatum* Sw. Cette espèce, qui habite les berges humides de l'Amérique septentrionale (Virginie occidentale, Pensylvanie, etc.), possède des feuilles à quatre ou sept lobes obtus, auriculées à la base et mesurant une largeur de $0^m,04$ à $0^m,05$. Par sa nervation, notre *Lygodium*, qui doit être rangé dans la section *Gisopteris*, se rapproche très étroitement de l'espèce américaine actuelle. Le *Lygodium Fyeense* nous paraît très voisin du *Lygodium Dentoni* Lesquereux, des terrains éocènes (lignitic group) de l'Amérique du Nord, et du *Lygodium exquisitum* Sap. du gypse d'Aix.

» Le *Lygodium Kaulfassii* Heer (Aneimia) a déjà été signalé dans les grès de Saint-Pavace et de Fyé (Sarthe) (1). Cette Fougère semble voisine de l'*Aneimia palæogea* Sap. et Mar., de Gelinden, et, parmi les formes vivantes, l'*Aneimia obliqua* de Cuba et le *Lygodium dichotomum* paraissent s'en rapprocher le plus.

» L'*Asplenium cenomanense* Crié, qui appartient à la flore de Fyé et de Saint-Pavace, est une forme analogue ou identique à l'*Aneimia subcretacea* Saporta (*Asplenium subcretaceum* Sap.) des flores fossiles de Sézanne et de Bournomouth. Notre Fougère rappelait par son port l'*Aneimia adiantifolia* de la Floride et du Mexique.

» Le *Cheilanthes andegavensis* Crié est une nouvelle espèce des grès éocènes de Cheffes (Maine-et-Loire). »

---

(1) L. Crié, *Sur les affinités des flores éocènes de l'ouest de la France et de l'Angleterre* (*Comptes rendus*, septembre 1883).

GÉOLOGIE. — *Le soulèvement de la Côte-d'Or est postérieur à l'époque albienne.* Note de M. J. MARTIN, présentée par M. Hébert.

« La date du soulèvement de la Côte-d'Or est en général fixée par les auteurs entre la période jurassique et la période crétacée. Nous nous proposons d'établir, dans cette Note, que cette manière de voir s'appuie sur des données incomplètes et que, finalement, elle accrédite une erreur.

» La chaîne de la Côte-d'Or, dont on croyait que les assises ne comportaient rien de plus récent que les calcaires coralliens, présente, en plusieurs endroits de la lèvre affaissée, des dépôts kimmérido-portlandiens, sans traces de terrains crétacés inférieurs, dont les lambeaux paraissent disséminés au loin sur le versant de la Saône, et sont relégués, à plus longue distance encore, dans le bassin de Paris. De cette disposition, on a conclu que la rupture avec dénivellement de couches, à laquelle on doit le relief dirigé de ouest 40° sud à est 40° nord, avait eu lieu après l'étage portlandien et avant le dépôt des premiers sédiments crétacés, puisque ces derniers, disait-on, affectent, dès ce moment, une disposition en retrait dans chacun des bassins précités. La déduction serait inattaquable si les observations sur lesquelles elle repose étaient exactes; mais il n'en est pas ainsi : nous allons le démontrer.

» Lorsque, il y a une dizaine d'années, nous avons découvert divers lambeaux albiens à Marsaunay-le-Bois, Saint-Julien, Clénay, Brétigny et jusqu'à Asnières, où l'on en voit deux îlots au voisinage immédiat du réseau de failles qui rend cette localité si intéressante, on pouvait bien encore expliquer le fait en disant que la mer crétacée, bien que refoulée par le soulèvement, ne l'avait pas été assez de ce côté pour abandonner le pied de la côte. L'épaisseur réduite de ces strates albiennes et le caractère tout littoral de leur faune autorisait très bien une pareille supposition.

» Divers indices cependant portaient, dès ce moment, à croire que les choses avaient dû se passer autrement. La fréquence des sables siliceux à l'entrée des combes qui entaillent la côte perpendiculairement à sa direction, le remplissage par les mêmes produits de poches souvent très volumineuses, au flanc de la chaîne, dans les calcaires de la grande oolithe, enfin la présence, en notable proportion, de menus grains et de galets de quartz en amandes, au sein des conglomérats et autres sédiments tertiaires, étaient autant de faits qui plaidaient manifestement en faveur de l'existence des sables du gault en ces parages avant le soulèvement de la Côte-d'Or.

» Tout atteste, en effet, une érosion immense depuis les commencements des temps tertiaires. Nous n'en voulons pour preuve que le gigantesque remblai de matériaux portlandiens et coralliens qui encombrent la plaine jusqu'au pied de la côte, alors que les calcaires portlandiens ont entièrement disparu du faîte de la chaîne, et que le corallien n'y a conservé que d'assez rares témoins.

» Ce qu'il y a d'ailleurs de particulièrement significatif dans la composition de ces remblais, c'est que l'élément portlandien est dominant dans les produits miocènes, tandis que dans ceux de l'époque pliocène c'est l'élément corallien, ce dernier se trouvant même fortement mélangé de débris bathoniens dans les sables quaternaires. C'est là, il nous semble, une démonstration des plus saisissantes de l'érosion progressive subie à ces diverses époques par les hauteurs voisines, auxquelles ont, évidemment, été empruntés ces divers matériaux.

» Aussi, médiocre a été notre surprise, lorsque, dans ces derniers temps, nous avons constaté la présence d'un lambeau de l'étage albien au flanc du mont Afrique, à près de 550^m d'altitude, c'est-à-dire à un niveau dépassant la hauteur moyenne de la chaîne. Ce n'est pas que les restes dont il s'agit se trouvent là en place; mais comme, après le remaniement, avec mouvement très prononcé de descente, qu'ils paraissent avoir subi, ils sont encore voisins du sommet de la lèvre surélevée de la faille, ils ne prouvent que mieux l'existence normale du gault sur ce plateau, avant qu'il ait été porté à la hauteur actuelle par le soulèvement de la Côte-d'Or.

» Ce remarquable témoin des dépôts albiens, formé de sables siliceux de couleur jaunâtre ou rougeâtre, tapisse, sous bois, les pentes parsemées d'éboulis calcaires, au pied des roches à pic qui couronnent l'échancrure faisant face au village de Corcelles-les-Monts, au bas du fort, à 30^m ou 40^m du sommet, tout au plus.

» Les fossiles y sont rares, car le dépôt est très superficiel; cependant, avec de la patience, nous en avons recueilli quelques-uns et des plus caractéristiques, puisqu'il s'agit des *Ammonites Beudanti*, *Amm. splendens*, *Amm. mammillaris* et *Plicatula radiola*. Ces exemplaires gisaient au pied même de l'abrupt, dans les interstices des roches coralliennes et dans une position telle, que nous avons cru bien comprendre de quelle manière les produits argilosiliceux qui les contenaient y étaient arrivés.

» Voici, du moins, comment les choses nous sont apparues :

» Primitivement déposés sur les calcaires kimmérido-portlandiens, ainsi que cela se voit dans les localités voisines de la Côte-d'Or, où manquent gé-

néralement le néocomien et toujours l'aptien, ces sables albiens, lorsque est survenu le soulèvement qui nous occupe, se sont éboulés dans les crevasses ouvertes à leurs pieds, sous l'action des poussées souterraines, et les ont remplies.

» Puis, fort longtemps après, sans doute, quand les pans de roches qui les abritaient ont été minés par la base et projetés en débris sur les pentes des marnes qui leur servent d'appui, les sables siliceux les y ont suivis, en s'y étalant comme on le voit aujourd'hui.

» Quoi qu'il en soit, ce témoin du gault sur la lèvre relevée de la faille est là tangible, palpable et, qu'on l'explique comme on voudra, on ne parviendra pas, croyons-nous, à établir que son existence sur ce point culminant peut être postérieure au soulèvement, puisqu'il se trouve à une altitude dépassant de 200^m à 300^m celle de tous les autres lambeaux albiens du voisinage.

» Nous en concluons donc que le soulèvement de la Côte-d'Or, que l'on a considéré jusqu'ici comme antérieur à la période crétacée, n'a réellement pu avoir lieu que postérieurement à l'époque albienne. »

PALÉONTOLOGIE. — *Remarques complémentaires sur les Tortues gigantesques de Madagascar.* Note de M. **L. Vaillant**, présentée par M. A. Gaudry.

« Dans une Communication faite à l'Académie des Sciences, le 14 décembre 1868, M. Grandidier annonçait avoir découvert à Etséré et Amboulitsate des débris appartenant à des Tortues gigantesques contemporaines de l'*Æpyornis*, de l'*Hippopotamus Lemerlei*, du *Crocodilus robustus*, etc. Ce voyageur a bien voulu me confier l'examen de ces animaux et, grâce à l'obligeance de M. le Professeur Gaudry, la reconstitution de plusieurs carapaces ayant été effectuée dans le laboratoire de moulage du Muséum, sous l'habile direction de M. Stahl, il est possible de se faire aujourd'hui une idée beaucoup plus complète de ces Chéloniens, exposés en ce moment dans la nouvelle galerie de Paléontologie.

» Avec les débris trouvés dans l'un des gisements, celui d'Etséré, on a pu rétablir une carapace presque complète : il ne manque à la dossière qu'une portion du flanc gauche et un fragment de la partie sus-fémorale droite, le plastron étant absolument complet; sur une seconde dossière intacte, le bord marginal postérieur seul est brisé.

» Outre ces exemplaires remarquables, il existe une grande quantité de fragments de carapaces provenant d'au moins quatre individus; à en

juger par des pièces costales portant les saillies de la seconde côte, ce nombre est certainement bien au-dessous de la réalité. On possède de plus une troisième vertèbre cervicale amphicyrtienne, les os de l'épaule gauche, un humérus entier, la tête du même os du côté opposé, un ilium, un cubitus, l'extrémité inférieure d'un fémur et deux radius. Tous ces ossements indiquent des animaux d'une taille gigantesque et très âgés d'après la force et l'âpreté des saillies servant à l'insertion des muscles ou des ligaments.

» Sur l'individu le mieux conservé, la longueur de la dossière, en suivant la courbure, est de $1^m,52$ et, en ligne droite, de $1^m,21$; une Tortue éléphantine de grande taille ne donne, pour ces deux dimensions, que $1^m,37$ et $1^m,07$. L'omoplate-acromion a $0^m,33$ de haut; il mesure à peine $0^m,29$ sur l'espèce à laquelle est comparé ici le Chélonien d'Etséré.

» La carapace, de forme orbiculaire, remarquablement surbaissée, a son orifice antérieur beaucoup plus large que haut, les bords supérieur et inférieur étant presque parallèles. Cet aspect général, sur lequel on ne peut avoir aucun doute, vu l'état de parfaite conservation des deux principaux spécimens, distingue au premier coup d'œil cette espèce de toutes les Chersites connues vivantes ou fossiles. La dossière porte de profondes vermiculations, les limites des écailles sont indiquées par des impressions très marquées : les plaques cornées devaient donc être rugueuses et épaisses; les pièces osseuses n'ont d'ailleurs pas moins de $0^m,02$ à $0^m,03$ d'épaisseur suivant les points; certains fragments isolés offrent des dimensions encore plus grandes. Il existe une plaque nucléale distincte, quoique petite. Le plastron est au contraire relativement mince; épais au plus de $0^m,01$, sa longueur n'est que de $0^m,98$. Les plaques cornées gulaires sont doubles, les pectorales singulièrement étroites.

» La conformation de l'ilium serait très spéciale et diffère de ce qu'on trouve chez tous les Chéloniens que j'ai pu examiner. La facette articulaire supérieure, singulièrement élargie, regarde plutôt en avant qu'en dedans; de cette situation, confirmée par l'étude de la surface correspondante des apophyses sacrées, laquelle est dirigée presque directement en arrière, il résulte que le corps de l'os, en prisme à trois pans, peu aplati, n'est pas sensiblement tordu sur lui-même. La facette cotylienne offre moins d'étendue que la surface articulaire pubienne, toutes deux sont presque sur le même plan, formant entre elles un angle beaucoup moins prononcé que chez les autres Tortues. Cette dernière surface n'est pas rugueuse, contrairement à ce qu'on observe pour la surface articulaire ischiatique.

» L'espèce d'Amboulitsate, de taille un peu plus petite, n'est pas aussi

bien représentée, quoiqu'on possède des fragments d'au moins trois individus, d'après le nombre des pièces xiphisternales trouvées. On a pu reconstituer une portion de carapace comprenant, avec les pièces margino-costales, tout le limbe postérieur de la dossière et le plastron, dont il manque à peine quelques fragments à la partie antérieure. M. Grandidier a recueilli de cet individu différents ossements qu'il a pris lui-même en position dans la carapace : ce sont une vertèbre cervicale, une vertèbre caudale, celle-ci correspondant à la dixième ou onzième, les deux omoplates-acromions (le mieux conservé a $0^m,26$ de haut), un ilium, un radius.

» On reconnaît facilement que la carapace avait une forme très différente de celle de l'espèce précédente, ce que M. Grandidier avait déjà très bien indiqué. Elle est élevée avec les parois costales presque verticales; les pièces qui la composent, sans rugosités bien sensibles, sont peu épaisses, les plus fortes n'ayant guère que $0^m,01$. Les plaques cornées n'ont laissé que de faibles traces de leur contour; ces caractères indiquent qu'elles étaient minces et lisses.

» Les os sont malheureusement assez frustes. On peut cependant reconnaître que la vertèbre cervicale était la troisième, et un faible restant de la facette articulaire postérieure montre qu'elle était opisthocœlienne : la vertèbre amphicyrtienne se trouvait donc reculée au quatrième rang. M. Günther, dans ses savantes recherches sur les Tortues gigantesques, a fait voir qu'en ayant égard à la disposition des vertèbres cervicales, les Chéloniens d'Aldabra différaient de ceux des Mascareignes et des Galapagos, la première vertèbre amphicyrtienne étant la troisième de la série chez les premiers, la quatrième chez les seconds; à Madagascar, on rencontre, au contraire, sur les espèces qui font le sujet de cette Note, les deux combinaisons. L'ilium, en ce qui concerne sa forme générale, était fort semblable à son homologue, chez le *Testudo elephantina* et les espèces du même groupe, c'est-à-dire aplati et sensiblement tordu.

» Ces différents caractères, conformément à l'opinion de M. Grandidier, ne permettent pas de douter qu'il n'y ait là deux espèces bien distinctes; seulement la première, dont cet auteur, trompé à un premier examen par l'aplatissement inusité de la carapace, avait fait l'*Emys gigantea*, doit rentrer dans le genre *Testudo* : je proposerai de la désigner sous le nom de *Testudo Grandidieri* (¹), la seconde conservant le nom de *Testudo abrupta*, Grand.

» On peut considérer ces deux grands Chéloniens terrestres comme

(¹) Il existe déjà dans la Science un *Testudo gigantea*, Bravard.

complétant en quelque sorte sur ce point la série des êtres analogues qu'on rencontre soit existant encore, soit éteints à l'îlot d'Aldabra, à Maurice, à l'île Rodriguez, aux Galapagos, où l'on trouve à la fois des espèces à carapace épaisse et plaques cornées rugueuses, à côté d'autres animaux présentant les caractères inverses. Par la présence d'une plaque nucléale et leur gulaire double, les Tortues de Madagascar se rapprochent des espèces d'Aldabra plus que de celles des Mascareignes ou des Galapagos. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production d'un nouveau phosphate de magnésium cristallisé et de l'arséniate correspondant.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Fouqué.

« On connaît plusieurs phosphates acides de magnésium. Le sel

$$HMgPO^4 + 7H^2O$$

a été préparé par Graham et Riffault. M. Debray a obtenu un sel à $4^{mol},5$ d'eau de cristallisation (*Ann. chim.*, III, t. LXI, p. 430) en saturant à froid une dissolution d'acide phosphorique par le carbonate de magnésium; et en faisant bouillir la dissolution de phosphate acide de magnésium avec du carbonate, M. Debray a préparé un sel à 3^{mol} d'eau de cristallisation.

» J'ai préparé un sel à une seule molécule d'eau de cristallisation en chauffant en tube scellé à 225° pendant quelques heures une dissolution de carbonate de magnésium dans une solution d'acide phosphorique renfermant un excès d'acide. Il se forme ainsi un dépôt de cristaux microscopiques facilement solubles dans les acides dilués à chaud. Le poids spécifique des cristaux s'élève à 2,326 à 15°.

» L'analyse m'a fourni les nombres suivants, qui conduisent à la formule $HMgPO^4 + H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
MgO	28,33	28,98
P^2O^5	51,10	51,45
H^2O	20,34	19,57
	99,77	100,00

» Ce corps a exactement la même composition centésimale qu'un pyrophosphate de magnésium ayant la formule $Mg^2P^2O^7 + 3H^2O$, qui a été obtenu sous la forme d'une poudre cristalline par Schwarzenberg (*Ann. Chem. Pharm.*, t. LXV, p. 146). Le pyrophosphate perd toute son eau à

100°, tandis que l'orthophosphate préparé par moi ne subit aucun changement de composition à cette température.

» En substituant l'acide arsénique à l'acide phosphorique dans l'opération que je viens de décrire, il se forme de petits cristaux prismatiques d'un arséniate de magnésium dont la formule est $2HMgAsO^4 + H^2O$, ainsi que le montrent les nombres suivants, fournis par l'analyse de cette matière :

	Trouvé.	Calculé.
MgO	23,26	23,12
As^2O^5	65,81	66,47
H^2O	10,50	10,41
	99,57	100,00

» Il est à remarquer que la composition de cet arséniate est analogue à beaucoup d'autres arséniates qui, eux aussi, n'ont qu'une seule molécule d'eau de cristallisation pour 2^{mol} de sel anhydre. La formule de l'acide arsénique lui-même à l'état hydraté et cristallisé est $2H^3AsO^4 + H^2O$.

» Cet arséniate de magnésium se dissout facilement dans les acides dilués à chaud. Son poids spécifique s'élève à 3,155 à 15° [1].

» L'arséniate que j'ai obtenu, examiné au microscope, se présente en lamelles très allongées, les unes rectangulaires, les autres à pointement oblique. Les premières s'éteignent en long, les autres sous un angle de 6°, par rapport à la direction d'allongement. Ces dernières sont parallèles au plan des axes optiques.

» Les autres sont presque perpendiculaires à un axe optique. Le plan des axes optiques s'y montre parallèle à la direction d'allongement, laquelle correspond, dans les deux ordres de faces, au plus petit axe d'élasticité. Ces cristaux sont, d'après cela, très probablement monocliniques.

» Au microscope, le phosphate que j'ai préparé se présente sous forme de lamelles hexagonales très minces et un peu allongées. Ces hexagones sont symétriques par rapport à la direction d'allongement et à la direction perpendiculaire. L'angle de leur pointement est de 94°. Quand on les observe en lumière parallèle entre les nicols croisés, ils semblent au premier abord s'éteindre uniformément et dans la direction des plans de symétrie. L'interposition à 45°, par rapport aux nicols, d'une lame de quartz parallèle à teinte sensible leur donne une teinte qui paraît uniforme, indiquant que le plus petit axe d'élasticité est disposé dans le sens de l'allongement.

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences.

Enfin, en lumière polarisée convergente, ils présentent tous les phénomènes d'un cristal simple taillé perpendiculairement à un axe d'élasticité.

» Tous ces caractères cristallographiques et optiques tendraient à les faire considérer comme doués de la symétrie orthorhombique. Mais si on les examine de plus près en lumière polarisée parallèle, on voit que leur structure est plus compliquée. Ils sont en effet formés de quatre cristaux maclés, s'éteignant simultanément deux à deux. Ces cristaux s'éteignent à 3°,5 de part et d'autre de la ligne longitudinale de symétrie qui est aussi une ligne de macle, et constituent sans superposition les quatre secteurs formant les pointements aigus de l'hexagone. Ils se superposent, au contraire, dans les deux secteurs médians, qui, par suite, ne s'éteignent pas complètement, mais présentent seulement un minimum de lumière quand l'axe d'allongement de l'hexagone coïncide avec la direction de la section principale de l'un des nicols croisés.

» Ces éléments maclés sont perpendiculaires à un axe d'élasticité, et, dans tous, les axes de section de plus grande et de plus petite élasticité sont alignés respectivement de la même manière. Dans tous aussi, le plan des axes optiques est, à environ 3° près, perpendiculaire à la ligne de symétrie longitudinale.

» Au lieu d'un cristal orthorhombique unique, on a donc probablement une association de quatre cristaux monocliniques aplatis suivant g^1, et dans lesquels le plan des axes optiques est perpendiculaire au plan de symétrie. »

TOPOGRAPHIE. — *Le cylindrographe*. Note de M. **Moessard**, présentée par M. F. Perrier.

« Le cylindrographe est un nouvel appareil photographique panoramique, qui, par une simple rotation de l'objectif, permet d'obtenir la perspective cylindrique du terrain. Une vue fournie par l'appareil embrasse un angle de 170° environ; on a donc le *tour d'horizon* complet en deux vues entières et une fraction de 20° d'amplitude.

» *Principe*. — L'instrument est fondé sur le principe suivant : une lentille ou une combinaison de lentilles, constituant un objectif photographique, peut être animée d'un mouvement quelconque sans que l'image fournie par cet objectif et reçue sur un écran change de forme ni de position, à la seule condition que ce mouvement ait lieu autour du point nodal arrière maintenu immobile; ceci résulte immédiatement de la pro-

priété connue de ce point nodal d'être le point de concours réel ou virtuel des axes secondaires émergents, ou le point de vue de la perspective produite.

» Soit donc : 1° un objectif suspendu horizontalement et pouvant tourner autour d'un axe vertical passant par son point nodal arrière; 2° deux volets verticaux fixés en arrière, à droite et à gauche de l'objectif, pour limiter le champ dans le sens horizontal et arrêter les rayons trop obliques; 3° un écran, cylindrique vertical, centré sur l'axe de rotation et ayant pour rayon la distance du point nodal au foyer principal de l'objectif.

» Dans une position quelconque de l'objectif, la position du paysage, comprise dans le champ de l'instrument, vient se peindre sur l'écran; si l'on met l'objectif en mouvement, on obtient successivement pour chaque point du panorama une image immobile, qui impressionne la pellicule sensible pendant le temps que le point reste dans le champ des deux volets.

» Cette image est, comme on le sait, parfaitement au point pour tous les objets situés au delà d'une certaine distance qui varie avec le foyer de l'objectif.

» *Description.* — Le cylindrographe se compose d'une chambre noire hémicylindrique, formée de deux demi-cercles horizontaux parallèles, le *plafond* et le *plancher*, reliés suivant leur diamètre par un *cadre* rectangulaire vertical. Ces trois pièces, assemblées à charnière, se replient l'une sur l'autre pour le transport. Au milieu du cadre est monté l'*axe de rotation*, qui porte l'objectif et les volets; l'espace compris entre l'objectif et le cadre est bouché par une pièce d'étoffe opaque.

» Le fond cylindrique de la chambre est formé par le châssis négatif, dans lequel se loge la pellicule sensible (de Thiébaut) : ce châssis se compose d'un rectangle en matière élastique (celluloïd) qui, à plat pour le transport, prend à volonté la forme cylindrique pour la pose; une pièce d'étoffe opaque, collée sur ses bords, forme le fond du châssis que ferme en avant un rideau mobile.

» Le mouvement de rotation est transmis à l'axe par une alidade, munie de pinnules à travers lesquelles on suit sur le terrain le champ de l'instrument. Cette alidade peut être actionnée par un mouvement d'horlogerie, mais il est préférable de la manœuvrer à la main, ce qui permet de faire varier la vitesse et par conséquent le temps de pose, selon la nature et l'éclairement des objets sur lesquels est braqué l'objectif à un moment donné.

» Des dispositifs particuliers et très simples servent à régler la position

de l'objectif sur l'axe, à mesurer la vitesse de rotation, à assurer la verticalité du cylindre, et à marquer sur le cliché l'orientation magnétique, la ligne d'horizon et l'angle d'ouverture de la vue. On peut faire varier à sa guise cet angle d'ouverture jusqu'à 170° au maximum.

» Quand on a plusieurs tours d'horizon à prendre, on consacre un des châssis à la réunion des petites fractions qui, avec deux clichés complets, forment un panorama, de telle sorte que 17 châssis suffisent pour prendre huit tours d'horizon.

» La chambre repliée se loge dans un sac de petite dimension, que l'on porte à la main, en bandoulière ou sur le dos, et qui peut contenir une vingtaine de châssis. Le poids de l'ensemble, y compris le pied de campagne à coulisse qui s'ajuste au sac, ne dépasse pas 5^{kg}. L'appareil est donc portatif et éminemment propre aux opérations de campagne ou de reconnaissance.

» *Application topographique.* — Il est très facile, par l'emploi de deux échelles simples, de déduire d'une perspective cylindrique les deux définitions topographiques d'une visée quelconque, l'azimut et la pente, et par conséquent de construire le tour d'horizon qu'aurait fourni la même station avec la boussole éclimètre par exemple. En assemblant les tours d'horizon, il suffit d'une mesure de longueur, pour déterminer autant de points qu'on veut, par intersection, sans qu'on ait à craindre d'erreur ni d'oubli. Les vérifications sont nombreuses et assurées.

» En résumé, l'appareil que j'ai l'honneur de présenter paraît, en raison de sa légèreté, de son petit volume et de la simplicité de sa manœuvre, destiné à faire entrer dans le domaine de la pratique la question, si importante, de l'application de la photographie à la confection des levés de reconnaissance ou des cartes topographiques. »

M. F. **Perrier**, en présentant à l'Académie la Note et l'appareil de M. le capitaine *Moessard*, insiste sur l'importance que présente pour les voyages topographiques ou d'exploration l'emploi du papier-carton pelliculaire au gélatinobromure d'argent, fabriqué par la maison Thiébault, la même qui a fourni à l'Académie les plaques employées dans l'observation du passage de Vénus en 1882.

Le verre est ainsi supprimé comme support pour les négatifs; le carton qui le remplace est assez mince et plus ou moins rigide, de manière à pouvoir conserver la forme plane ou s'arrondir suivant un cylindre.

La nouvelle émulsion est d'une sensibilité extrême; elle est appliquée

directement sur le carton, sans intermédiaire, et se détache avec la plus grande facilité, lorsque, le cliché étant fixé et bien séché, on la soulève par un angle. Elle peut alors donner une épreuve positive de deux côtés, l'une droite, l'autre retournée.

Avec les cartons pelliculaires, l'impression photographique est plus rapide que sur glace, parce qu'il ne se produit pas de halo.

Rien n'est changé dans le développement de l'image, que l'observateur peut suivre aisément par réflexion.

Le poids des cartons est huit fois moindre que celui des glaces de même dimension; les pellicules détachées sont très légères, en même temps que très solides et très souples, et peuvent être facilement remisées et conservées. Ces cartons ou tous autres semblables, s'il en existe, seront d'un usage extrêmement précieux et commode pour les militaires, les voyageurs et les touristes.

M. A. **Béchamp** adresse une nouvelle Note « Sur l'inactivité optique de la cellulose », en réponse aux nouvelles observations de M. Levallois.

La séance est levée à 5 heures. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mars 1885.

Préfecture du département de la Seine. Assainissement de la Seine; par M. A. Durand-Claye. Paris, impr. Chaix, 1885; in-4°.

Les savants illustres. Jean-Baptiste-André Dumas; par M. A.-W. Hofmann, traduit du Journal anglais *Nature* par Charles Baye. Paris, au Bureau du *Moniteur scientifique Quesneville*, 1880; in-4°. (Extrait du *Moniteur scientifique*, avril 1880.)

Complément de la biographie de Jean-Baptiste-André Dumas; par M. A.-W. Hofmann. Paris, au Bureau du *Moniteur scientifique Quesneville*, 1885; in-4°. (Extrait du *Moniteur scientifique*, mars 1885.)

Nouvelle Note sur les reptiles permiens; par M. A. Gaudry. Lagny, impr. F. Aureau, 1885; in-8°.

Leçons d'Astronomie, rédigées conformément au programme de la licence; par M. Gruey. Paris, A. Hermann, 1885; in-4°.

De la fièvre typhoïde; par le Dr Grellety. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1883; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Actualités scientifiques. Les ballons dirigeables. Application de l'électricité à la navigation aérienne; par Gaston Tissandier. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-12.

Etudes de jurisprudence médicale. L'anesthésie et les dentistes; par le Dr Th. David. Paris, G. Chamerot, 1885; br. in-8°.

Sur les têtes des Comètes; par Th. Bredichin. Moscou, 1884; br. in-8°.

Sur les trajectoires décrites sous l'influence d'une force centrale; par D.-J. Korteweg. Amsterdam, 1884; br. in-8°. (Extrait des *Archives néerlandaises.*)

Records of the tercentenary festival of the University of Edinburgh celebrated in april 1884. Edinburgh and London, William Blackwood, 1885; in-4° relié.

Address to the Students of the University of Edinburgh; by Sir Alexander Grant Bart, *Vice-Chancellor and principal of the University delivered on 28th october* 1884. Edinburgh and London, William Blackwood, 1884; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 mars 1885.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. IV. Saint-Étienne, imp. Théolier, 1884; in-8°.

Chirurgie du doigt; par le Dr Polaillon. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire des Sciences médicales* du Dr Dechambre.)

Panaris; par le Dr Polaillon. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire des Sciences médicales* du Dr Dechambre.)

Ces deux ouvrages sont présentés par M. Gosselin pour le concours Montyon (Médecine et Chirurgie).

De la chaleur animale; par le Dr Robert de Latour. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Leçon de Clinique chirurgicale (Clinical lectures and essays); par Sir James

Paget, traduit de l'anglais par le Dr L.-H. Petit. Paris, Germer-Baillière, 1877; in-8°. (Présenté par M. Gosselin.)

Machines à vapeur marines. Leçons professées à l'Ecole d'application du Génie maritime; par M. Bienaymé. Paris, 1883-1884; 1 vol. in-4° autographié avec atlas.

Paléontologie française. Terrain jurassique. Liv. 76: *Échinodermes réguliers; par* M. G. Cotteau. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Présenté par M. Hébert).

Paralysie générale; par les Drs J. Christian et A. Ritti. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire des Sciences médicales* du Dr Dechambre).

Effets de la chaleur souterraine dans la construction des tunnels alpins; par M. P. Lazerges. Toulouse, imp. Vialelle, 1884; in-8°. (Deux exemplaires.)

Chemins de fer des Pyrénées centrales. Observations météorologiques. Station d'Aragnouet. Années 1875 *à* 1883. *Relevés graphiques; par* M. P. Lazerges. Toulouse, 1883; in-8°. (Deux exemplaires).

Nouvelle Note sur le genre Simœdosaure de la faune cernaysienne; par M. V. Lemoine. Reims, imp. Matot-Braine, 1885; br. in-8°.

Electricité. Note présentée à la Commission de l'exposition d'Anvers; par L. Somzée. Bruxelles, impr. A. Mertens, 1885; in-8°. (Deux exemplaires.)

Société d'Agriculture de la Gironde. Rapport sur le concours de sulfureuses à traction animale de Bordeaux, mai-décembre 1884; *par* M. F. Vassillière. Bordeaux, imp. E. Crugy, 1885; in-8°. (Deux exemplaires.)

Note sur la division des noyaux dans le Tradescantia Virginica; *par* E. Bernimoulin. Gand, impr. Annoot-Braeckman, 1884; br. in-8°.

Théorie et pratique de la langue universelle inventée; par J.-F. Sudre. Tours, imp. Rouillé-Ladevèze; br. in-folio avec tableaux.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler; t. V, livr. 2, 3, 4. Stockholm, Beijer; Paris, A. Hermann, 1885; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Machine-compositeur Lagerman. Jonkoping, imp. Lundgren, 1885; br. in-4°.

Anales de la oficina meteorologica Argentina por su Director Benjamin.-A. Gould; t. IV. Buenos-Aires, Impr. Pablo e Coni, 1884; in-4°.

Memoir on the experimental determination of wave-lengths in the invisible prismatic spectrum; by prof. S.-P. Langley. Sans lieu ni date; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Expériences relatives aux phénomènes qui se produisent dans le domaine de la vie organique pendant les attaques d'épilepsie.* Note de M. **Vulpian**.

« Dans une attaque d'épilepsie, on observe chez l'homme, comme effets de la perturbation fonctionnelle des centres nerveux, des convulsions des muscles de la vie animale et de certains muscles de la vie organique (iris, vaisseaux à tunique contractile, intestin, vessie, etc.), des troubles cardiaques, respiratoires, thermiques, sécrétoires, etc. C'est aussi par ces divers symptômes que se caractérisent les attaques épileptiques provoquées chez les mammifères par l'électrisation des points excitables du cerveau. J'ai voulu voir si les sécrétions du foie, du pancréas, des reins, offrent, chez le chien, pendant ces attaques, une exagération analogue à celle qui se produit évidemment dans les glandes salivaires et j'ai fait, pour cela, plusieurs expériences dont je communique les résultats à l'Académie.

» A. Avant d'indiquer ce que j'ai vu relativement aux sécrétions, je crois devoir dire quelques mots des troubles cardiaques et respiratoires qui ont lieu chez le chien dans ces conditions.

» Les mouvements du cœur se ralentissent et deviennent irréguliers; les battements de cet organe deviennent souvent plus forts qu'auparavant. Ces modifications n'apparaissent pas dès le début de l'attaque, mais bien quelques secondes après qu'elle a commencé, et elles ne cessent aussi que quelques secondes après la fin de l'attaque. Comme on le verra plus loin, elles ne sont pas uniquement le résultat des troubles respiratoires, mais elles sont dues surtout aux excitations subies par les nerfs cardiaques et par l'appareil nerveux vaso-moteur.

» La respiration présente des modifications plus accusées que celles des mouvements cardiaques. Les mouvements respiratoires deviennent plus amples, plus lents; l'expiration se fait souvent d'une façon brusque. Les convulsions des muscles respiratoires ne sont pas aussi fortes, aussi prolongées qu'elles le sont chez l'homme dans les accès d'épilepsie; aussi les phénomènes d'asphyxie sont-ils beaucoup moins prononcés chez le chien que chez l'homme. Si l'on examine la cavité buccale d'un chien pendant une attaque, on ne voit pas en général la membrane muqueuse de la langue, des lèvres et des joues prendre nettement une teinte de cyanose : le plus souvent la coloration de cette membrane change peu.

» Il n'est donc guère vraisemblable que les troubles cardiaques soient dus principalement à l'asphyxie : cette probabilité devient une certitude, lorsqu'on étudie l'attaque d'épilepsie chez un animal curarisé; je parlerai tout à l'heure de ce qui a lieu dans cette condition particulière.

» J'ai vu parfois la respiration s'arrêter complètement à un certain moment du développement de l'attaque épileptique. J'ai constaté même cet arrêt, chez un chien, avant le début des grandes convulsions, pendant la période qui les précède, période d'*aura motrice*, caractérisée par des mouvements partiels, irréguliers, choréiformes, unilatéraux ou bilatéraux, de la face ou des membres. Il s'agit bien d'une suspension paralytique des mouvements de respiration et non d'un spasme des muscles de l'appareil respiratoire. Ce phénomène morbide inconstant, qui dure plusieurs secondes, est dû sans doute à une excitation particulière du centre respiratoire, et cette excitation est probablement semblable à celle que détermine la faradisation du bout supérieur du nerf pneumogastrique ou de celui du nerf laryngé supérieur.

» En ce qui concerne les sécrétions, voici ce que j'ai observé :

» Il se produit une salivation exagérée pendant les attaques épileptiques, chez le chien comme chez l'homme. C'est un fait noté par tous les physiologistes qui ont provoqué des attaques de ce genre chez des chiens, par l'électrisation du gyrus sigmoïde. Il n'a jamais fait défaut dans mes expériences. Quelquefois il y a un ptyalisme abondant; le plus souvent, le flux de salive n'est pas très considérable.

» Les différentes glandes salivaires subissent-elles une excitation sécrétoire dans les cas de ce genre? L'expérimentation seule peut permettre de répondre à cette question. Sur un chien, deux tubes métalliques ont été fixés : l'un, dans le canal de Wharton du côté droit; l'autre, dans le canal de Sténon de ce même côté (on a jugé peu utile d'en placer un dans le canal de la glande sublinguale, parce que cette glande est innervée par le même nerf que la glande sous-maxillaire, et que l'on est par là autorisé à admettre que ces deux glandes doivent se comporter de la même façon dans les circonstances dont il s'agit). Le gyrus sigmoïde a été mis ensuite à découvert du côté gauche ([1]); puis on a provoqué une attaque d'épilepsie, en électrisant ([2]) les points excitables de cette partie du cerveau. Quelques instants après le début de l'attaque, la salive s'est mise à couler par les deux tubes métalliques, très abondamment par celui qui était fixé dans le canal de Wharton, moins abondamment par celui qu'on avait introduit dans le canal de Sténon.

» Sur un autre chien, on avait introduit et fixé des tubes métalliques, non seulement dans les canaux salivaires, mais aussi dans le conduit cholédoque, dans le canal pancréatique, dans un des uretères. Le gyrus du côté gauche ayant été mis à découvert, on a provoqué une attaque d'épilepsie en électrisant les faisceaux de tubes nerveux excitables, qui vien-

---

([1]) Chez les chiens qui n'ont pas été anesthésiés préalablement par des inhalations d'éther sulfurique ou de chloroforme, ou par une injection intra-veineuse, soit de chloral hydraté, soit d'un sel de morphine à dose suffisante, la dure-mère cranienne offre fréquemment une telle sensibilité que l'on peut éprouver de sérieuses difficultés à bien la saisir, pour l'inciser sans blesser la surface du cerveau. On produit un notable degré d'anesthésie locale de la dure-mère, en l'humectant avec une forte solution de chlorhydrate de cocaïne, et mieux encore, en passant sur cette membrane la pulpe du doigt chargée d'un peu de ce sel en poudre. On peut ensuite pratiquer facilement, et souvent sans provoquer la moindre douleur, l'incision de cette membrane.

([2]) Dans toutes les expériences mentionnées dans cette Note, l'électrisation des points excitables du cerveau a été faite au moyen de courants d'induction saccadés.

nent de cette circonvolution. Les effets, pour les glandes salivaires, ont été les mêmes que dans l'expérience précédente.

» L'excrétion de la bile est devenue beaucoup plus abondante qu'avant l'attaque.

» Le flux de salive et de bile n'a pas lieu dès le début même de l'attaque convulsive : il ne commence que quelques secondes plus tard; il dure en général pendant tout le temps des convulsions et ne cesse que quelques instants après que les mouvements spasmodiques ont disparu.

» L'écoulement du suc pancréatique ne s'accélère pas sous l'influence de l'attaque d'épilepsie.

» La sécrétion rénale, sous cette même influence, non seulement n'augmente pas, mais même paraît cesser. Sur un des chiens étudiés à ce point de vue, l'écoulement de l'urine par l'uretère était supprimé au bout de quelques secondes après le début de l'attaque, et recommençait lorsque l'attaque avait cessé. Il est probable que cette interruption de l'écoulement de l'urine ne tenait pas à un spasme de l'uretère : s'il en avait été ainsi, l'urine se serait accumulée dans le bassinet, et plusieurs gouttes seraient tombées du bout du tube, coup sur coup, après la cessation de l'attaque.

» Les choses ne se passaient pas ainsi : l'écoulement urinaire se faisait lentement, goutte à goutte, comme avant la faradisation des parties excitables du cerveau. On peut donc penser qu'il y avait réellement arrêt de la sécrétion, résultant peut-être d'une constriction vasculaire, déterminée par l'excitation du grand splanchnique.

» Les attaques d'épilepsie déterminent aussi une exagération de la sécrétion sudorale; mais les chiens, sur lesquels ont porté mes expériences, n'ont sué ni sur le corps, ni sur les pulpes digitales [1].

» B. Il m'a semblé qu'il serait intéressant d'examiner si, chez un chien curarisé, on ne pourrait pas provoquer, par la faradisation des points excitables du cerveau, des attaques d'épilepsie, sans convulsions des muscles des membres, du tronc, etc. La paralysie des nerfs moteurs de la vie animale s'oppose, dans de telles conditions, à la production de contractions spasmodiques de ces muscles; mais la persistance de l'action des nerfs moteurs de la vie organique et des nerfs sécrétoires permet aux excitations des cen-

---

[1] J'ai vu, au contraire, le corps se couvrir de sueur, pendant des attaques violentes, chez des chiens qui étaient atteints d'épilepsie quelques semaines après des lésions expérimentales du gyrus sigmoïde.

tres nerveux de se traduire encore par des modifications des mouvements du cœur; par des resserrements ou des dilatations des vaisseaux et des pupilles; par des contractions de la tunique musculaire du canal digestif, de la vessie, etc.; par des troubles sécrétoires, etc. On sait que, si l'on fait absorber de la strychnine par un chien curarisé, on peut déterminer, en touchant l'animal, un accès de strychnisme qui ne se révèle à l'observateur que par une dilatation plus ou moins grande des pupilles, des troubles du cœur, l'élévation de la pression sanguine artérielle, des effets d'excitation sécrétoire, etc. On pouvait donc supposer qu'il en serait de même pour les attaques épileptiques. Cette présomption s'est réalisée.

» Sur un chien curarisé et soumis à la respiration artificielle, on a mis à découvert le gyrus sigmoïde du côté gauche. On avait préalablement fixé des tubes dans les canaux de la glande sous-maxillaire et de la glande parotide du côté droit, dans le conduit cholédoque et dans l'uretère du côté droit. On a faradisé la surface du gyrus pendant quelques instants, en employant un courant de même intensité que ceux qui, chez des chiens non curarisés, déterminent, à coup sûr, une attaque d'épilepsie. Les pupilles se sont élargies, la salive s'est écoulée rapidement par les deux canaux mis en expérience. L'écoulement de la bile s'est activé, mais dans une faible proportion. L'urine ne coulait pas par l'uretère avant la faradisation du gyrus : il n'en est pas apparu une seule goutte à la suite de cette excitation du cerveau.

» L'électrisation du gyrus n'avait duré que trois ou quatre secondes : l'agrandissement des pupilles et le flux salivaire et biliaire avaient commencé à se manifester au moment où l'on cessait d'exciter le cerveau; ils ont persisté pendant une dizaine de secondes au moins.

» En même temps, les battements du cœur se ralentissaient notablement et devenaient ensuite irréguliers. Ils reprenaient, après une dizaine de secondes, la fréquence et la régularité qu'ils offraient auparavant.

» On a faradisé plusieurs fois le cerveau en laissant un intervalle de huit à dix minutes entre deux faradisations successives, et chaque fois on a été témoin des mêmes phénomènes.

» Ce chien n'était pas dans de très bonnes conditions expérimentales, car on venait de faire sur lui, avant de le curariser, d'autres recherches qui pouvaient avoir modifié l'excitabilité du cerveau. J'ai donc répété cette expérience sur un chien qui avait été curarisé avant que l'on ouvrît le crâne et qui n'a servi qu'au genre de recherches dont je viens de parler. Je résumerai brièvement les résultats très nets qui ont été obtenus.

» 1° Tous les effets par lesquels se traduisent, chez un chien curarisé, les attaques épileptiques sans convulsions des muscles de la vie animale, n'apparaissent que quelques secondes après la fin de l'excitation épileptogène, quand celle-ci ne dure que deux à trois secondes.

» 2° Il y a un flux salivaire abondant qui peut durer plus d'une minute.

» 3° Les pupilles s'élargissent considérablement et restent larges pendant dix, quinze, vingt secondes, puis elles se resserrent, deviennent plus petites qu'elles n'étaient avant l'excitation et reprennent leur diamètre premier après être restées resserrées pendant quelques secondes.

» 4° Les mouvements du cœur se modifient, comme on peut en juger facilement par la palpation de la région précordiale et en prenant des tracés du cours du sang dans une carotide. Ils se ralentissent et deviennent parfois irréguliers : les battements sont plus forts et les systoles plus énergiques. Les collines respiratoires du tracé offrent plus d'élévation. Les modifications des mouvements du cœur peuvent durer plus d'une minute. Elles sont dues, en partie, à un trouble fonctionnel des nerfs cardiaques, trouble d'origine encéphalique; en partie, à l'augmentation de la pression sanguine dans le système artériel.

» 5° La pression intra-carotidienne du sang s'élève beaucoup. Elle peut monter de $0^{m},09$ à $0^{m},24$, et probablement plus haut encore, lorsqu'on évalue cette pression à l'aide de l'hémodynamomètre à mercure.

» Cette augmentation de pression est due à un resserrement généralisé des vaisseaux qui est produit par une excitation des centres nerveux vasoconstricteurs et qui se révèle par différents autres phénomènes. On voit pâlir la pulpe des orteils : si l'on excise celle d'un des orteils, l'hémorrhagie à laquelle la plaie donne lieu peut se ralentir; mais il n'en est pas toujours ainsi, et il y a même parfois un effet inverse. La plaie faite aux téguments et aux muscles craniens pour pratiquer l'ouverture du crâne se met à saigner abondamment, ce qui est dû à la poussée du sang dans les vaisseaux incisés, sous l'influence de l'augmentation générale de pression dans les artères.

» L'élévation de la pression, comme les autres symptômes précédemment indiqués, ne commence à se produire que deux ou trois secondes après que l'on a cessé d'électriser un des points excitables du cerveau (faradisation pendant deux secondes environ), et elle dure plus d'une minute, puis la pression s'abaisse et revient à son degré primitif.

» 6° Les reins pâlissent un peu.

» 7° La rate se contracte très visiblement.

» 8° La vessie, lors de chaque attaque, entre en contraction et elle expulse une certaine quantité de son contenu par le canal de l'urèthre.

» 9° Je n'ai rien vu de bien net par rapport à l'estomac, à l'intestin grêle et à la partie supérieure du gros intestin. Ces parties du tube digestif se sont toutefois un peu congestionnées pendant les attaques.

» Ces expériences montrent que l'on peut, chez un animal curarisé, provoquer des attaques épileptiques confinées dans le domaine de la vie organique. Les phénomènes qui caractérisent ces attaques ne diffèrent pas, au fond, de ce qui se passe dans ce domaine pendant les attaques ordinaires d'épilepsie. »

CHIMIE. — *Réponse aux remarques de M.* Troost *à propos de l'hydrate de chloral;* par M. **Friedel.**

« M. Troost a inséré, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, des remarques sur quelques critiques que j'aurais faites sur ses expériences relatives à l'hydrate de chloral. Les opinions personnelles que j'ai émises, d'après lui, le forcent, dit-il, à revenir sur un débat qu'il croyait épuisé.

» Je n'ai eu aucune intention de renouveler une discussion qui s'est bien assez prolongée devant l'Académie et dans laquelle je n'ai été pour rien. Je n'ai pas voulu davantage critiquer les expériences de M. Troost ni émettre en ce qui les concerne mes opinions personnelles.

» Ayant écrit pour le *Bulletin de la Société chimique* une Notice biographique sur mon bien regretté maître et ami Wurtz, j'ai rendu compte de ses recherches et de ses idées et j'ai dû rappeler, entre autres, celles sur l'hydrate de chloral. Je l'ai fait, je le croyais du moins, en ménageant autant que possible la susceptibilité de mon honorable Confrère.

» Faut-il ajouter que les expériences de Wurtz répétées un grand nombre de fois, mises sous les yeux de nombreux savants, dans son laboratoire, comme dans la Conférence faite par lui à la Société chimique de Londres, ont porté la conviction dans mon esprit ainsi que dans celui de la grande majorité des chimistes?

» Je crois donc, aussi bien que M. Troost, le débat épuisé et il ne me semble pas utile d'y rentrer par la discussion de tel ou tel point spécial. Les expériences sont contradictoires; libre à chacun de choisir celles qui lui inspirent le plus de confiance.

» En ce qui concerne la confusion que m'attribue M. Troost, entre le sens des mots *décomposition complète* et *dissociation*, elle ne m'est pas non

plus personnelle, mais j'en accepte volontiers la responsabilité. Ces mots sont employés, en général, d'une manière qui me semble fort rationnelle, mais sur laquelle il n'est pas possible de discuter, puisque les définitions sont libres.

» Le mot de *dissociation* a servi à H. Sainte-Claire Deville pour désigner ce fait si important, découvert par lui, de la décomposition partielle de certains corps commençant à une certaine température et s'accroissant à mesure que celle-ci s'élève. Il a été appliqué par Wurtz et par beaucoup d'autres savants, et cela bien naturellement, au cas aussi où la décomposition, s'accroissant de plus en plus, finit par devenir totale. Le sens en a été limité aux phénomènes de décomposition suivis d'une recombinaison, qui s'effectue pendant le refroidissement. Le mot *décomposition* reste employé pour désigner les phénomènes non réversibles.

» Je ne pense pas qu'il y ait là de confusion dans les idées, ni qu'un degré de plus dans l'avancement d'un phénomène progressif doive faire changer le mot qui sert pour le désigner. D'ailleurs, à vrai dire, les moyens nous manquent, en général, pour décider si la dissociation est totale ou si elle approche seulement de l'être. Nous n'en jugeons guère que par les densités de vapeur, et celles-ci ne se déterminent pas avec une exactitude assez grande pour qu'il soit possible d'affirmer que, dans telle vapeur dont le volume répond sensiblement à un dédoublement complet, il ne reste pas quelques centièmes de vapeur non dissociée.

» Quoi qu'il en soit, et même en admettant qu'il puisse exister encore de légères incertitudes en ce qui concerne tel ou tel corps particulier, l'hypothèse d'Avogadro se trouve vérifiée dans un si grand nombre de cas, qu'il nous paraît impossible de lui refuser le caractère d'une loi générale. Ses adversaires ont dû se réfugier dans l'hypothèse de corps se dissociant dans des conditions bien particulières puisqu'ils le feraient sans changer de volume. Car successivement ils ont dû reconnaître que tous les corps occupant 4^{vol} de vapeur ($H^2 = 2^{vol}$) sont à l'état de dissociation au moins partielle. Ils auraient fermé la bouche à leurs contradicteurs en leur montrant de pareilles vapeurs non dissociées. Mais de celles-là, on n'en connaît pas et c'est un puissant argument en faveur de la dissociation complète, ou à peu près complète, de celles qui n'ont pas la condensation normale. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1885.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Dalmont : MM. Phillips, Lévy, Tresca, Haton de la Goupillière et Lalanne réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Rolland et de Saint-Venant.

Prix Fourneyron (*Étude théorique et pratique sur les accumulateurs hydrauliques et leurs applications*) : MM. Tresca, Resal, Phillips, Lévy et Rolland réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Haton de la Goupillière et Lalanne.

Prix Lalande (*Astronomie*) : MM. Tisserand, Faye, Lœwy, Mouchez et Wolf réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Hermite.

Prix Damoiseau (*Théorie des satellites de Jupiter*) : MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Janssen et Wolf réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Bouquet de la Grye.

Prix Valz (*Astronomie*) : MM. Tisserand, Faye, Wolf, Janssen et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Wolf et Bouquet de la Grye.

Grand prix des Sciences mathématiques (*Etude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique*) : MM. Fizeau, Becquerel, Cornu, Jamin, Desains réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Mascart.

Prix Bordin (*Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux*) : MM. Becquerel, Fizeau, Cornu, Jamin et Mascart réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Desains et Berthelot.

Prix Lacaze (Physique) : MM. Jamin, Bertrand et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Physique pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Debray et Wolf.

Prix Montyon (Statistique) : MM. Haton de la Goupillière, Lalanne, de Freycinet, Bouley et Hervé Mangon réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Boussingault et Bertrand.

Prix Lacaze (Chimie) : MM. Pasteur, Berthelot et Peligot réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jamin et Boussingault.

Prix Delesse : MM. Daubrée, Des Cloizeaux, Fouqué, Hébert et A. Gaudry réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Damour et Pasteur.

Prix Barbier : MM. Vulpian, Chatin, Gosselin, Richet et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et P. Bert.

MÉMOIRES LUS.

M. **de Andrade Corvo** donne lecture d'une Note « Sur la tuberculose de la vigne et le Phylloxera ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eug. Hénard** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les vingt-quatre réseaux des polyèdres réguliers ».

(Commissaires : MM. C. Jordan, Darboux.)

M. **Desvignes** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 9e et la 10e livraison d'un Ouvrage de M. *Ph.-C. Sappey*, intitulé : « Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques, considérés chez l'homme et les vertébrés ».

Les planches, annexées au texte de ces deux livraisons, représentent les vaisseaux lymphatiques de l'intestin, du pancréas, du foie et de la rate.

M. **Hannover**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

Sir **James Paget**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **E. Bertin** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. Dupuy de Lôme.

M. **A. Germain** adresse la même demande.

M. **Ph. Hatt** adresse la même demande.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

ASTRONOMIE. — *Eléments provisoires de la planète* (246) *Borrelly*; par M. **Andoyer**, à Toulouse. Note présentée par M. Mouchez.

« Époque : 1885, mars 12,458429, temps moyen de Paris :

$$\left.\begin{aligned} L &= 185^\circ.40'.41'',30 \\ \varpi &= 241.18.49,14 \\ \Omega &= 162.14.49,67 \\ i &= 13.38.52,14 \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe moyen de } 1885,0.$$

$$\varphi = 10^\circ 6' 7'',10,$$
$$\log a = 0,4376405,$$
$$\mu = 782'',6105.$$

Ces éléments sont déduits d'observations faites : la première, à Marseille,

le 6 mars; la deuxième, à Berlin, le 12 mars; la troisième, à Toulouse, le 24 mars.

» Un calcul rapide a donné, pour la position de la planète, le 1er avril, à 11h, temps moyen de Paris,

$$\alpha = 10^h 46^m 56^s, \quad \delta = 11^\circ 38',7.$$

Le mouvement diurne sera à peu près — 49s en ascension droite et + 10 en déclinaison. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (246) *Borrelly, faites à l'observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1885.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Æ (246) — ★.	Décl. (246) — ★
				m s	′ ″
Mars 7......	a	2424 BD + 7°.	9	—0.28,93	+4.17,5
» 11......	b	1078 Weisse₁.	9	+0.54,25	—2.40,0
» 13......	c	1110 Weisse₁.	9	—2.18,45	—6.58,7
» 14......	d	21287 Lal.	9	—0.44,94	—6.51,1
» 15......	e	1021 Weisse₁.	9	+1. 3,31	+1.26,8
» 16......	f	2443 BD + 8°.	9,5	+1.11,56	—0.21,3
» 17......	g	2449 BD + 9°.	9,5	—2.19,37	+1.59,6
» 19......	h	21170 Lal.	8,5	+0.18,82	—0.29,2
» 23......	i	2229 BD + 10°.	9,5	+0.43,75	+5.49,3
» 23......	j	2231 BD + 10°.	9,5	—0.48,68	—4.58,3
» 26......	k	Anonyme.	10,5	—0. 1,87	—0.55,0
Avril 1......	l	Anonyme.	10,0	+0. 7,81	—2.56,2

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1885.		Æ moy. 1885,0.	Réd. au jour.	Décl. moy. 1885,0.	Réd. au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 7......	a	11. 5.51,86	+1,91	+ 7.16.48,4	—14,4	(1)
» 11......	b	11. 1.24,18	+1,92	+ 8. 8.19,6	—14,5	Weisse₁.
» 13......	c	11. 3. 6,82	+1,92	+ 8.34. 9,1	—14,5	id.
» 14......	d	11. 0.53,08	+1,92	+ 8.43.50,2	—14,5	Lalande.
» 15......	e	10.58.17,83	+1,92	+ 8.47.10,3	—14,5	Weisse₁.
» 16......	f	10.57.23,4	+1,92	+ 8.59.25	—14,5	BD.
» 17......	g	11. 0.14,9	+1,92	+ 9. 7. 1	—14,4	BD.
» 19......	h	10.56.16,0	+1,91	+ 9.29.22,5	—14,4	Lalande.
» 23......	i	10.53. 5,8	+1,90	+10. 3. 6	—14,3	BD.

(1) Rapportée à 2425 BD + 7°. Avec l'équatorial, j'ai obtenu par 9.6 comparaisons pour ★ 2424 BD + 7° — ★ 2425 BD + 7°. Æ : — 1m2s,98; décl. : — 1′54″,1.

Dates. 1885.		Æ. moy. 1885,0.	Réd. au jour.	Décl. moy. 1885,0.	Réd. au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 23......	j	10.54.40,0	+1,90	+10.14.11	−14,2	BD.
» 26......	k	10.52. 6,59	+1,88	+10.37.30,2	−13,9	(1)
Avril 1......	l	10.48.45,79	+1,84	+11.30.49,8	−13,7	(2)

Positions apparentes de (246).

Dates. 1885.	Temps moyen de Paris.	Æ app.	Log. fact. par.	Décl. app.	Log. fact. par.	Nombre de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Mars 7.......	10.27.26	11. 5.24,84	$\bar{1}$,198$_n$	+ 7.20.51,5	0,770	16.18
» 11.......	10.37.42	11. 2.20,35	$\bar{2}$,186$_n$	+ 8. 5.25,1	0,759	18.18
» 13.......	11.29.20	11. 0.50,29	$\bar{3}$,885$_n$	+ 8.26.55,9	0,756	15.10
» 14.......	9.19.52	11. 0.10,06	$\bar{1}$,324$_n$	+ 8.36.44,6	0,765	15.10
» 15.......	11.39.3	10.59.23,06	$\bar{2}$,397	+ 8.48.22,6	0,753	18.12
» 16.......	11.33.0	10.58.36,9	$\bar{2}$,357	+ 8.58.49	0,751	18.12
» 17.......	10.21.31	10.57.57,5	$\bar{2}$,963$_n$	+ 9. 8.46	0,752	21.14
» 19.......	8.30.13	10.56.36,73	$\bar{1}$,396$_n$	+ 9.28.38,9	0,763	16.16
» 23.......	11.59.36	10.53.51,5	$\bar{1}$,088	+10. 8.41	0,744	18.16
» 23.......	11.59.36	10.53.53,2	$\bar{1}$,088	+10. 8.59	0,744	18.16
» 26.......	8.59.34	10.52. 6,60	$\bar{1}$,201$_n$	+10.36.21,3	0,743	14.18
Avril 1.......	9. 7.27	10.48.55,44	$\bar{1}$,012$_n$	+11.27.39,9	0,731	16.16

» *Remarques.* — Mars 7 : la planète est de grandeur 12,0; le 14, elle est de grandeur 12,3. »

ASTRONOMIE. — *Distribution en latitude des phénomènes solaires observés pendant l'année* 1884. Lettre de M. P. Tacchini à M. le Président.

« Rome, 11 mars 1885.

» Comme complément aux résumés des observations solaires de 1884, contenus dans mes Notes précédentes, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie la distribution en latitude des différents phénomènes, c'est-à-dire la fréquence relative par zones de 10°, dans chaque hémisphère solaire.

1884.

Latitudes.	Taches.	Facules.	Éruptions.	Protubérances.
+90° à +80°.........	»	»	»	0,001
+80 à +70.........	»	»	0,014	0,004
+70 à +60.........	»	»	0,014	0,015

(1) Rapportée à 934 Weisse, 10h; par 9.6 comparaisons j'ai obtenu : $-1^m 25^s,90$, $+4'42'',6$.

(2) Rapportée à 2292 BD +11°; par 9.4 comparaisons j'ai obtenu : $+2^m 48^s,77$, $+1'33'',5$.

1884.

Latitudes.	Taches.	Facules.	Éruptions.	Protubérances.
+60° à +50°	»	»	»	0,069
+50 à +40	»	0,001	0,028	0,066
+40 à +30	»	0,008	»	0,056
+30 à +20	0,024	0,058	0,028	0,083
+20 à +10	0,203	0,183	0,169	0,077
+10 à 0	0,208	0,193	0,183	0,077
0 à −10	0,274	0,229	0,240	0,092
−10 à −20	0,239	0,225	0,170	0,093
−20 à −30	0,052	0,088	0,098	0,113
−30 à −40	»	0,014	0,042	0,093
−40 à −50	»	0,001	0,014	0,058
−50 à −60	»	»	»	0,032
−60 à −70	»	»	»	0,025
−70 à −80	»	»	»	0,029
−80 à −90	»	»	»	0,017

» On est donc conduit à conclure : 1° qu'en 1884 tous les phénomènes se sont montrés plus nombreux dans l'hémisphère austral du Soleil, où les protubérances sont même fréquentes près du pôle; 2° que la fréquence des taches, facules et éruptions a été considérable dans une large zone, qui s'étend au nord et au sud de l'équateur, tandis que dans les années précédentes on a constaté une diminution bien marquée près de l'équateur même; 3° que la même remarque s'applique aux protubérances, car en 1884 elles ont été toujours assez fréquentes entre + 60° et — 50°, tandis qu'en 1880, 1881, 1882 on avait un minimum à l'équateur; même phénomène en 1883, quoique moins sensible; 4° que des éruptions ont même été observées à de hautes latitudes dans l'hémisphère nord, et que les protubérances figurent dans chaque zone au nord et au sud. Toutes ces circonstances s'accordent avec les conditions constatées à l'époque du maximum précédent des phénomènes solaires. »

ASTRONOMIE. — *Sur les constantes du grand miroir du sextant.* Note de M. Gruey, présentée par M. Tisserand.

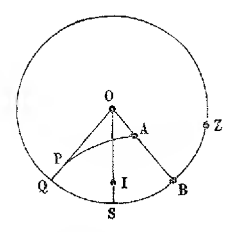
« 1. Les constantes relatives au grand miroir M du sextant sont au nombre de trois, qu'il est facile de représenter géométriquement.

» Par le centre C d'une *sphère auxiliaire*, de rayon égal à un, menons des parallèles au plan du limbe, à l'axe de rotation du miroir et à la normale

à la surface réfléchissante. Ces parallèles couperont respectivement la sphère suivant le grand cercle ZBQ, le point A et le point P. Soit O le pôle du limbe ZBQ; Z un point fixe de ce limbe. Menons les arcs de grand cercle OAB, AP, OPQ et posons

$$a = \text{arc ZB}, \quad \gamma = \text{arc OA}, \quad \delta = 90^\circ - \text{AP}.$$

a, γ, δ sont les trois constantes du grand miroir : a, γ fixent la position



de son axe de rotation A par rapport au limbe, et δ de sa normale par rapport à cet axe.

» Les procédés donnés jusqu'ici pour déterminer ces constantes sont à peu près impraticables, même sur la terre ferme. La méthode suivante peut se pratiquer à bord d'un navire et n'exige que deux petites pièces accessoires : *l'oculaire nadiral* (*Comptes rendus*, séance du 11 juillet 1881) et un *miroir auxiliaire* M', de mêmes dimensions que M. Ces deux pièces se montent sur le sextant sans même gêner sa mise au repos dans la boîte ordinaire.

» 2. Réduisons le réticule de la lunette à deux fils, l'un V perpendiculaire, l'autre H parallèle au limbe, et se coupant en i. Du point i, regardé comme lumineux, part un faisceau de rayons qui, traversant l'objectif, sort de la lunette parallèlement à la direction constante de l'axe optique. Ils se réfléchissent d'abord sur le petit miroir m suivant une direction IC constante aussi et faisant avec le limbe un petit angle $\varepsilon =$ IS qui résulte des erreurs de réglage de l'axe optique et de m. Ils se réfléchissent ensuite sur M, suivant une direction variable avec la position de P, mais facile à construire. Si le miroir M' est sensiblement perpendiculaire à cette dernière direction, il *rebrousse* les rayons qui viennent se réfléchir une deuxième fois sur M, sur m, pour rentrer dans la lunette et y former une *image quintuplement réfléchie* i' de i dans le plan du réticule. Cette image est très nettement visible; elle est à l'intersection des images V', H' quintuplement réfléchies de V et H.

» 3. Si nous fixons simplement M', très près de M, par l'intermédiaire d'une vis de rappel v, à une petite douille d tournant, à frottement, sur

l'étui cylindrique ordinaire qui, tout en formant le troisième pied de l'instrument, recouvre et protège l'axe de rotation de M, nous pourrons, après avoir rendu M' sensiblement perpendiculaire au limbe au moyen de la vis v, faire tourner ce miroir doucement avec la douille d, et trouver sans tâtonnement, du premier coup, la position qu'il doit occuper pour produire l'image i', sur le fil V, quelle que soit la position donnée de M. Nous dirons que ces positions de M, M' sont *correspondantes*.

» Soit alors 2ω la distance angulaire des points i, i' vus du centre optique de l'objectif de la lunette. On trouve aisément

$$(1)\qquad \omega = 2\delta\cos\beta - x - y\sin 2\beta - z\cos 2\beta,$$

en désignant par β l'arc IP ou SQ, par α', γ', δ' les quantités relatives à M', analogues de α, γ, δ; négligeant le second ordre par rapport à ces six petites quantités considérées comme du premier; plaçant en S le point fixe Z, origine de a, a'; enfin en posant

$$(2)\quad x = \varepsilon + \gamma\cos a + \delta', \quad y = \gamma\sin a - \gamma'\sin a', \quad z = \gamma\cos a - \gamma'\cos a'.$$

Nous espérons donner prochainement la démonstration de cette formule, avec quelques autres développements, dans le *Bulletin astronomique*. Elle a lieu pour chaque couple de positions correspondantes des miroirs M, M' et permet de calculer, par la méthode de Cauchy, les valeurs les plus probables de δ, x, y, z, si l'on mesure β et ω pour un certain nombre de couples. Cette mesure est facile et immédiate à l'aide de notre oculaire.

» 1° Soit α la lecture du grand miroir pour un couple quelconque de positions correspondantes de M, M', et α_0 la lecture, préalablement déterminée une fois pour toutes, de ce miroir lorsque P tombe sur l'arc OI, c'est-à-dire lorsque, *abstraction faite de* M', on amène, avec M, l'image *triplement réfléchie* V'_0 du fil V à coïncider avec V. (*Comptes rendus*, séance du 11 juillet 1881). On a $\beta = \alpha - \alpha_0$.

» 2° L'image *quintuplement réfléchie* i' étant sur V, on lit la position α du grand miroir M. On fait ensuite, avec sa vis de rappel, tourner légèrement ce miroir. Le point i' se meut alors perpendiculairement à V et le petit rectangle formé par les fils réels V, H et réfléchis V' H' devient bientôt un carré parfait. A ce moment, que l'œil saisit très bien, on lit la position nouvelle α' de M et la différence $(\alpha' - \alpha)$ est la valeur absolue de ω dont le signe résulte, d'ailleurs, de la position initiale de i' *au-dessus* ou *au-dessous* de i.

» 4. δ, x, y, z étant déterminés par les équations (1), les équations (2) donneront ε, a, γ aussitôt que les constantes a', γ', δ' du méridien auxi-

liaire M′ seront connues. Comme on peut en disposer, le parti le plus simple consiste à les rendre nulles en prenant pour M′ la *face verticale, argentée*, de l'un des viseurs ordinaires du sextant, tandis que l'autre face repose directement sur le limbe, tenu horizontalement, et peut glisser à volonté sur lui. γ', δ' sont alors nulles et a' disparaît des formules (2) en devenant indéterminé.

» 5. Pour le cercle de Borda, on pourra munir le *viseur argenté* d'une petite coulisse facilitant son glissement sur le limbe et lui permettant même de tenir en place, quelle que soit la position de l'instrument.

» En construisant le sextant ordinaire, il sera bon de fondre d'un seul jet avec la platine une petite couronne plate entourant le grand miroir, concentrique au limbe et alésée sur le même plan, en même temps que lui. Le *viseur argenté* fera le tour entier de cette couronne comme celui du cercle de Borda. »

ASTRONOMIE. — *La mesure des étoiles doubles au spectromètre.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**, présentée par M. Janssen.

« On connaît les difficultés qui s'opposent à la mesure précise des couples très serrés, et l'on sait qu'on a besoin d'objectifs très grands pour mesurer des distances moindres qu'une seconde d'arc.

» J'ai pensé qu'on pourrait tirer avantage de l'usage du spectroscope pour reculer les limites des distances observables, pour les couples à étoiles très rapprochées, et obtenir une mesure beaucoup plus précise, qu'elle ne peut l'être à la limite de visibilité.

» Pour faire comprendre le principe de la méthode, on fait l'expérience suivante. Deux trous distants de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$, illuminés par la lumière du Soleil sur l'héliostat et assez distants du spectroscope à vision directe, dont le système de prismes peut tourner autour d'un axe horizontal, font voir deux spectres très rapprochés, qui sont séparés par un espace noir et qui se correspondent exactement (les lignes de Fraunhofer étant parallèles), quand l'arête réfringente du parallélépipède de dispersion a la même direction que les raies de Fraunhofer. Alors le prisme se trouve en position, c'est-à-dire que la ligne qui joint les deux astres est perpendiculaire sur l'arête réfringente du spectroscope.

» On voit alors qu'on peut déterminer à la fois l'angle de position et les distances de deux raies mesurées de Fraunhofer. Dans le spectre de l'hydrogène, par exemple, ces distances peuvent être mesurées entre les

raies C et F. S'il y avait une seule ouverture dans la chambre noire, on aurait une certaine distance entre les raies C et F; en prenant deux ouvertures, on obtient dans cette position deux spectres superposés l'un à l'autre, et deux distances $CF = C_1F_1$, quand les astres sont immobiles, ou quand ils ont la même vitesse sur le rayon visuel.

» On n'a qu'à faire la mesure très précise préalable de F, avec un spectroscope donné et avec un trou seulement; en mesurant alors CF_1 avec la même précision, on a $CF_1 - CF = FF_1$; et FF_1 est la mesure de la distance de deux astres très rapprochés l'un de l'autre, laquelle se peut effectuer avec la plus grande précision à $\frac{1}{10}$ de seconde, même avec un réfracteur de 4 pouces d'ouverture; mais, pour mesurer la dixième partie de la seconde, il nous faudra l'ouverture $0,1 = 4'',5$, ou $\alpha = 45''$.

» On voit que la précision est tellement augmentée qu'on peut mesurer avec 4 pouces d'ouverture des distances limites dix fois plus petites.

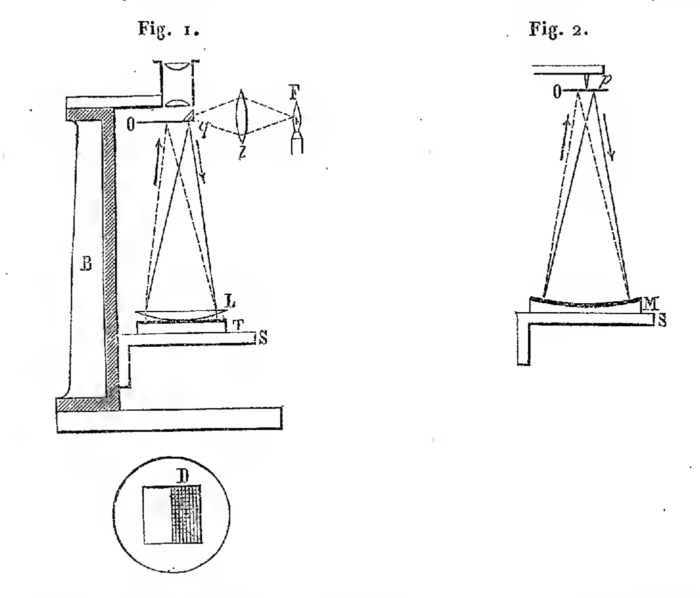
» Mais, les spectres des étoiles étant linéaires, il faut intercaler une substance absorbante, par exemple, une plaque de verre de didyme, laquelle détruit la continuité du spectre, par une bande noire principale dans la partie la plus lumineuse du spectre entre 610 et 590; tout près de 590, la bande est très nettement définie. On voit alors une ligne interrompue, et l'interruption, par exemple, entre 590 et 550 du spectre linéaire, remplace CF et doit être déterminée à l'aide du micromètre filaire, avec la dernière précision, par une étoile simple très lumineuse, par exemple Régulus ou Arcturus. Cette longueur une fois exactement connue, on dirige le télescope sur une étoile double très serrée, par exemple γ_2 Andromède ou ω du Lion, pour mesurer de nouveau la distance de 590 à peu près à 550, c'est-à-dire les bords, vers le violet, de deux bandes d'absorption : soit C_1F_1 cette distance, et nous obtenons de la même manière $C_1F_1 - CF = CC_1$; or la distance de ces bords se trouve, dans le cas d'une étoile double, agrandie de la distance de deux points de lumière produisant les spectres linéaires. C'est ainsi que le spectroscope à vision directe nous rend des services extraordinaires pour pointer, avec la dernière précision, à l'aide de raies de Fraunhofer ou à l'aide des bandes d'absorption, par des moyens absorbants appropriés aux intensités de la lumière de deux astres serrés, et à leurs couleurs propres.

» Les astronomes peuvent obtenir, avec cette méthode d'observation, un pointage beaucoup plus précis, pour déterminer la distance des étoiles très serrées, qu'on ne peut l'effectuer par la bissection des disques stellaires, quand les étoiles sont plus rapprochées qu'une seconde d'arc. »

OPTIQUE. — *Sur un appareil destiné à contrôler la courbure des surfaces et la réfraction des lentilles* [1]. Note de M. L. LAURENT, présentée par M. Mascart.

« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie se compose d'un bâti vertical B (*fig.* 1), le long duquel glisse une équerre S au moyen d'une chaîne; la position de l'équerre est indiquée par un vernier, et une plate-forme tournant horizontalement supporte les pièces à étudier.

» Au haut du bâti, est un oculaire dont le diaphragme (vu en plan en D) est divisé en deux parties : la moitié droite est recouverte par un prisme



éclaireur; sa face horizontale est argentée et porte un quadrillé tracé à la machine à diviser dont on observe l'image réfractée ou réfléchie; le quadrillé et son image sont dans le plan du diaphragme.

» *Lentilles convergentes, objectifs* (*fig.* 1). — On place, sur le support S, un plan en verre T; le vernier est réglé pour marquer zéro si le plan touchait le quadrillé q. On pose la lentille L sur le plan; la lumière qui émane du quadrillé traverse la lentille, se réfléchit sur le plan et revient se concentrer sur le diaphragme. On fait mouvoir le support et, quand l'image

(1) C'est une suite aux appareils pour contrôler les surfaces planes (voir *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1035; 1883).

est nette à l'oculaire, le plan focal de la lunette L coïncide avec celui du diaphragme; on lit au vernier, en tenant compte de la forme de la lentille, de son épaisseur, etc.

» L'image, formée de traits lumineux sur fond *noir*, se distingue bien; la lumière traverse deux fois la lentille et double ses défauts. La mise au point est très précise, de sorte que, en cachant telle ou telle partie avec divers écrans, on jugera des variations dans les *courbures* par les différences de *pointé*, et la *netteté* indiquera la *qualité* du système essayé.

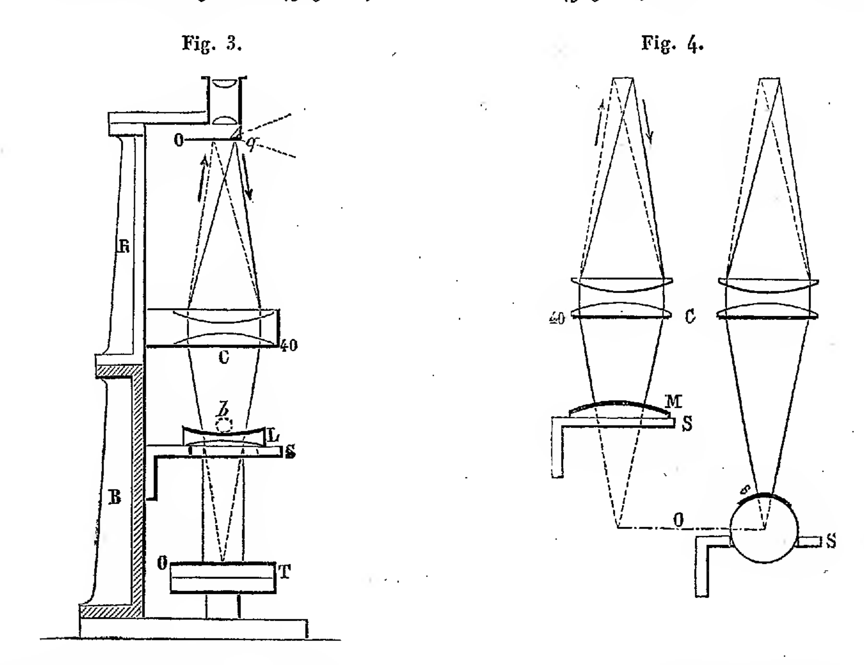
» On éclaire à la lumière blanche ou monochromatique; par l'image réfractée, on juge de l'ensemble des surfaces et de la matière; l'image réfléchie permet d'étudier chaque surface séparément.

» *Miroirs concaves* (*fig.* 2). — Le miroir M étant posé sur le support S, on fait mouvoir ce dernier et, lorsque l'image est nette à l'oculaire, le *centre* de courbure du miroir est dans le plan du diaphragme. On remplace la pièce oculaire de la *fig.* 1 par une pièce portant une pointe p (*fig.* 2), et l'on remonte le miroir jusqu'au contact avec la pointe; le chemin parcouru donne le *rayon*.

» Sous cette forme, l'appareil est un pied à coulisse de précision.

» *Lentilles divergentes* (*fig.* 3). — Le bâti B (*fig.* 1) est alors muni d'une

Fig. 3. Fig. 4.



rallonge R de $0^m,40$ et le plan T est placé sur le trépied. Au milieu de la

hauteur, on adapte un système convergent C, dont les foyers principaux sont, en haut, le diaphragme, en bas le plan T. Le quadrillé *q* donne une image réelle sur le plan; les rayons se réfléchissent et reviennent sur le quadrillé former une image qu'on ne voit pas à l'oculaire; mais, si l'on interpose une lentille convergente ou une surface convexe, l'image apparaît comme dans les *fig.* 1 et 2. Cette image est nette lorsque le plan focal de L coïncide avec le plan T.

» La face de celui-ci est le zéro inférieur de l'appareil, et l'on a réglé la face C à $0^{m},40$ de ce plan. On mesure la distance entre la lentille L et la face C et l'on retranche de $0^{m},40$.

» On mesure donc *directement* le foyer d'un système divergent, et on estime sa *qualité*.

» *Surfaces convexes, sphères* (*fig.* 4). — La surface M étant sur le support S, l'image sera nette à l'oculaire, lorsque le *centre* de courbure coïncidera avec le zéro. On mesure la distance entre M et C et on retranche de $0^{m},40$.

» Il en est de même pour les *sphères* S; le support est seulement au-dessous du centre; sa place est indifférente, on mesure toujours par des *différences* de lectures.

» *Surfaces cylindriques.* — Les expériences précédentes peuvent se répéter avec les surfaces *cylindriques*, convexes ou concaves; l'image ne donne plus alors qu'un système de droites *parallèles*, lorsqu'on est au point, et encore, pour que l'image soit nette, il faut que les traits soient parallèles à l'axe du cylindre; le mouvement horizontal de la plate-forme du support S détermine alors *l'orientation* exacte de *l'axe* des systèmes cylindriques examinés. Cette application est particulièrement utile pour les verres correcteurs de l'astigmatisme.

» L'appareil donne directement des distances focales ou des rayons de courbure de $0^{m},00$ à $0^{m},80$; avec deux lentilles supplémentaires biconvexe et biconcave, de $0^{m},39$ de foyer, on peut déterminer des distances focales et des courbures de toute grandeur.

» En résumé, c'est un *focomètre* de précision, il est général et convient à toutes les surfaces *courbes;* on peut pousser la précision assez loin lorsque c'est nécessaire, et, pour les cas ordinaires, il permet de voir, d'un coup d'œil et sans préparation, la *qualité* d'un système optique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observations actinométriques faites en 1884 à l'observatoire de l'École d'Agriculture de Montpellier.* Note de M. A. Crova, présentée par M. F. Perrier.

« Ces observations ont été continuées pendant l'année 1884, dans les mêmes conditions qu'en 1883 ([1]). Nous résumerons les principaux résultats obtenus, et la comparaison des deux années 1883 et 1884.

1° *Nombre d'heures d'insolation.*

		Hiver.			Printemps.		
		Décembre	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
		h m	h m	h m	h m	h m	h m
1883		87. 0	130.35	145.18	205.46	206.16	254.11
1884		105.23	140.03	152.53	182.26	145.09	227.58
Diff.	mensuelles	−18.23	− 9.28	+92.25	+23.20	+ 61.07	+26.13
	par saison	»	+63.34	»	»	+110.40	»

		Été.			Printemps.		
		Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.
		h m	h m	h m	h m	h m	h m
1883		227.13	316.51	345.52	201.59	178.28	128.34
1884		249.04	270.17	227.18	129.40	201.27	126.28
Diff.	mensuelles	−21.51	+46.34	+68.34	+72.19	−22.49	+2.06
	par saison	»	+93.17	»	»	+51.36	»

2° *Intensités calorifiques. — Moyennes mensuelles.*

		Hiver.			Printemps.		
		Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
		cal	cal	cal	cal	cal	cal
1883		1,101	1,07	1,11	1,15	1,29	1,21
1884		0,91	0,97	0,93	1,04	1,20	1,13
Diff.	mensuelles	+0,10	+0,10	+0,18	+0,11	+0,09	0,08
	par saison	»	+0,12	»	»	+0,10	»

		Été.			Automne.		
		Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.
		cal	cal	cal	cal	cal	cal
1883		1,02	1,14	1,18	1,19	1,19	1,21
1884		1,15	1,11	0,99	1,05	0,96	0,87
Diff.	mensuelles	−1,13	+0,03	+0,19	+0,14	+0,23	+0,34
	par saison	»	+0,03	»	»	+0,23	»

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 387.

» Le nombre total d'heures d'insolation est

En 1883......	$2428^h 23^m$	Il est, en 1884, les 0,819 de 1883.
En 1884......	$2107^h 6^m$	

» La moyenne annuelle des intensités calorifiques est

En 1883......	$1^{cal},145$	Elle est, en 1884, les 0,890 de 1883.
En 1884......	$1^{cal},025$	

» L'intensité calorifique moyenne pendant l'été est, en 1884, inférieure à celle de toutes les autres saisons; elle est maxima au printemps.

» L'année 1884 présente, comme les précédentes, deux maxima et deux minima annuels; leurs époques sont un peu différentes de celles de l'année précédente, en raison de l'état météorologique de 1884, dont on peut se rendre compte en consultant nos planches mensuelles graphiques.

» L'intensité moyenne mensuelle de la radiation augmente jusqu'au mois d'avril, où elle atteint un maximum de $1^{cal},20$; le premier maximum diurne, égal à $1^{cal},32$, arrive le 11 avril.

» L'intensité diminue ensuite, puis augmente, et atteint le 30 juin le plus fort maximum de l'année, qui est $1^{cal},42$.

» L'intensité diminue ensuite jusqu'à la fin de l'année, avec une augmentation momentanée au commencement de l'automne, époque à laquelle elle s'est élevée jusqu'à $1^{cal},22$, le 17 octobre.

» Deux minima mensuels ont été observés, le premier au mois de février ($0^{cal},93$), le second au mois de novembre ($0^{cal},87$).

» En 1884, l'intensité calorifique moyenne et le nombre d'heures d'insolation varient, par rapport à ce qu'ils étaient en 1883, dans le même sens, puisque l'intensité moyenne est environ 0,82, et le nombre d'heures 0,89 de ce qu'ils étaient en 1883. Si cette concordance se vérifie les années suivantes, elle pourrait démontrer l'utilité des observations faites avec l'héliographe; cet appareil, relativement peu coûteux et d'un maniement très simple, pourrait suppléer, dans une certaine mesure, aux observations actinométriques, bien plus délicates, et moins à la portée de la plupart des observateurs [1]. »

---

[1] Qu'il me soit permis de remercier ici M. Houdaille, préparateur-répétiteur à l'École nationale d'Agriculture, qui a bien voulu faire, avec beaucoup de précision et de zèle, les observations dont nous donnons le résumé.

CHIMIE. — *Chaleur de combustion de la houille de Ronchamp.* Note de M. SCHEURER-KESTNER, présentée par M. Friedel.

« En présence des critiques qui ont été formulées en Allemagne, à plusieurs reprises déjà, contre les nombres, trop élevés, dit-on, par lesquels nous avons représenté, M. Meunier-Dollfus et moi, la chaleur de combustion d'un certain nombre de sortes de houilles, critiques qui ont été renouvelées et même accentuées depuis la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences au mois de juillet 1883, j'ai tenu à vérifier moi-même, par une nouvelle expérience, les résultats que nous avions obtenus. J'ai choisi dans ce but la houille de Ronchamp, sur laquelle nous avions fait l'étude la plus complète. Le fragment de houille sur lequel ont porté mes recherches a été prélevé sur un wagon parti de la mine de Ronchamp au mois de décembre 1884.

» L'analyse de cet échantillon, séché à 110°, a donné

Carbone	89,09
Hydrogène	5,09
Azote	1,30
Soufre	1,03
Oxygène par différence	3,49
	100,00

» Je ne mentionne pas les cendres; je calcule la composition ainsi que la chaleur de combustion de la houille, sur la substance pure, déduction faite des cendres, afin d'avoir toujours des résultats comparables; la proportion des cendres dans la houille varie tellement d'un fragment à l'autre, même parmi les plus petits, qu'il est indispensable d'exprimer les résultats, calculés sur la substance combustible pure. J'ai constaté, par exemple, qu'un morceau de houille qui paraissait bien homogène, réduit en fragments ayant le volume d'un pois, a donné des résultats très différents, quant aux cendres, quoique constants quant à la composition chimique de la substance organique, suivant qu'on opérait sur certains fragments ou sur d'autres, et sans que l'œil perçût de différences dans leur aspect. C'est ainsi que j'ai trouvé dans des fragments provenant d'un même morceau dont le volume était cependant assez petit, entre 2,82 et 18,60 pour 100 de cendres. Cette observation est d'une importance capitale lorsqu'on se livre à des expériences calorimétriques, surtout lorsqu'il s'agit de combustibles très chargés de cendres; il me paraît indispensable de ne faire usage que d'ap-

pareils dans lesquels la partie minérale ne disparaisse pas et puisse être recueillie, à moins d'arriver par la pulvérisation de la substance à un mélange assez parfait pour rendre la pesée des cendres inutile, ce qui ne semble pas facile. Malgré les soins que nous avons apportés à la pulvérisation et au mélange, M. Meunier-Dollfus et moi, nous ne sommes jamais arrivés à obtenir un mélange uniforme; les cendres obtenues d'un même échantillon finement pulvérisé et placé dans un tube de verre ont souvent varié de quelques centièmes; cela s'explique, du reste, par la différence considérable de densité entre les particules très chargées de cendres et celles qui en sont à peu près exemptes.

» L'opération calorimétrique a été faite dans le calorimètre de Favre et Silbermann, en brûlant la substance dans la nacelle dont nous avons donné la description en 1869, et en alimentant la combustion avec un mélange de 2 parties d'oxygène et 1 d'air. La houille a été brûlée à l'état fragmentaire, la combustion se faisant beaucoup mieux que lorsqu'elle a été pulvérisée; il ne se forme pas de noir de fumée dans ces conditions et il reste moins de carbone non brûlé dans les cendres obtenues; en voici le résultat :

» Matière employée, séchée à 110°, cendres déduites, $0^{gr},4507$:

Calories recueillies par le calorimètre	3572
Calories du carbone non brûlé	246
Calories de l'oxyde de carbone non brûlé	254
Calories de l'hydrogène non brûlé	43
Total des calories produites par $0^{gr},4507$ de substance	4115

soit pour l'unité de poids 9130 calories.

» Comparons ces résultats à ceux obtenus en 1869 avec les échantillons de houille de Ronchamp dont la composition chimique se rapproche le plus de celle d'aujourd'hui :

	1er échantillon		4e échantillon
	de 1869.	de 1884.	de 1869.
Carbone	89,96	89,09	88,38
Hydrogène	5,09	5,09	4,42
Azote	1,28	1,30	1,20
Oxygène et soufre	3,67	4,52	6,00
Total	100,00	100,00	100,00
Chaleur de combustion	9167	9130	9117

» Ainsi, tant pour sa composition que pour sa chaleur de combustion, la houille de Ronchamp de 1884 vient se placer entre deux des échantillons

de houille de 1869. La concordance entre les résultats est manifeste. Il me semble que des expériences pareilles, faites à quinze années de distance, avec les mêmes appareils il est vrai ([1]), mais dont on n'a jamais contesté la valeur, répondent suffisamment à des critiques dépourvues de la sanction expérimentale.

» Dans nos anciennes expériences, M. Meunier-Dollfus et moi, nous n'avions ni dosé le soufre renfermé dans la houille, ni tenu compte de sa part d'influence dans la production de chaleur pendant sa combustion.

» Dans l'échantillon de houille de 1884, j'ai fait ce dosage et il m'est possible d'en calculer l'effet. Mais on considérera qu'il n'est pas de nature à modifier nos conclusions de 1869. La chaleur de combustion de la houille expérimentée est supérieure non seulement au résultat que donne le calcul suivant la formule de Dulong, mais encore à la simple addition de la chaleur de combustion des éléments.

» En supposant que tout le soufre de la houille soit brûlé et se dégage à l'état d'acide sulfureux, on obtient :

Carbone, 89,09 à 8080^{cal}	7198
Hydrogène, 5,09 à 34500^{cal}	1756
Soufre, 1,03 à 2200^{cal}	22
Addition des calories totales	8976
Hydrogène brûlé par l'oxygène de la houille, 0,43 à 34500^{cal}	149
Calories d'après la formule de Dulong	8827

» Nous avons trouvé, par conséquent, un *excédent*, sur le premier calcul, de 1,71 pour 100, et sur le second de 3,43 pour 100, en tenant compte du soufre, et de 2,00 et 3,69 pour 100 en le négligeant.

» L'intérêt de ces résultats consiste à avoir établi définitivement que la chaleur de combustion de la houille est très supérieure à ce qu'on la croyait généralement; au point de vue pratique, les conséquences en sont importantes, car il s'agit de savoir si dans les chaudières à vapeur à foyer extérieur les mieux établies on perd par rayonnement dans les surfaces enveloppantes une plus ou moins grande quantité de chaleur. Or, si les nombres par lesquels M. Meunier-Dollfus et moi nous avons représenté la chaleur de combustion sont exacts, cette perte n'est pas inférieure à 25 pour 100. On comprend que c'est une indication de la voie dans laquelle on doit poursuivre les progrès futurs. »

([1]) Les expériences de 1884 ont cependant été faites avec un nouveau thermomètre; c'est une garantie de plus.

CHIMIE. — *Sur la formation de l'hydrocarbonate de magnésie.* Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les conclusions de recherches sur les causes de la formation de l'hydrocarbonate de magnésie dans la précipitation d'un sel soluble de magnésie par les carbonates alcalins.

» Deux interprétations de ce fait ont été proposées.

» A. Berzelius admet que le carbonate de magnésie $CO^3Mg + 3H^2O$ se décompose en présence de l'eau en bicarbonate de magnésie soluble et en hydrocarbonate insoluble.

» Cette interprétation ne saurait être acceptée, car elle repose sur un fait inexact. Si l'on met du carbonate de magnésie à 3^{mol} d'eau en suspension dans des quantités d'eau successivement croissantes, on constate que ce corps se dissout simplement dans l'eau sans se décomposer et que le résidu reste du carbonate de magnésie $CO^3Mg, 3H^2O$. Le carbonate de magnésie $CO^3Mg + 5H^2O$ se comporte de même en présence de l'eau.

» B. On ne saurait davantage se contenter de l'explication de Joulin qui, par analogie avec ce qui se passe pour les carbonates de manganèse et d'argent, admet la décomposition du carbonate de magnésie, sous l'influence des carbonates alcalins neutres, en bicarbonates alcalins et magnésie.

» En effet : 1° l'hydrocarbonate de magnésie ne se comporte pas comme un mélange d'oxyde et de carbonate de magnésie.

» 2° La quantité de carbonate alcalin qui reste en solution dans les liqueurs mères, lorsqu'on précipite un sel de magnésie par un carbonate alcalin, les deux sels étant en solutions concentrées, est insuffisante pour fixer l'acide carbonique correspondant à la formation d'hydrocarbonate de magnésie.

» 3° On devrait, en employant un excès suffisant de carbonate alcalin, arriver à la magnésie comme on arrive aux oxydes d'argent et de manganèse lorsqu'on traite des solutions de sels d'argent et de manganèse par les carbonates alcalins en excès, ce qui n'a pas lieu.

» 4° L'expérience directe démontre que le carbonate de magnésie $CO^3Mg, 3H^2O$ ne se transforme pas en hydrocarbonate en présence des carbonates alcalins, à la température ordinaire.

» C. Lorsqu'on a précipité une solution d'un sel de magnésium par un

carbonate alcalin, on constate qu'au bout d'une ou deux heures le précipité, d'abord amorphe, se transforme :

» 1° Au-dessous de 16°, en tables de carbonate $CO^3Mg + 5H^2O$;

» 2° Entre 16° et 22°, en un mélange de tables de $CO^3Mg + 5H^2O$ et d'aiguilles de $CO^3Mg + 3H^2O$;

» 3° Au-dessus de 22°, exclusivement en aiguilles de carbonate neutre $CO^3Mg + 3H^2O$.

Il résulte de ces faits, ou bien que le corps formé primitivement est un carbonate neutre, ou bien que l'hydrocarbonate de magnésie est susceptible de s'emparer de l'excès d'acide carbonique des bicarbonates alcalins ou du bicarbonate de magnésie.

» D. L'expérience directe démontre que l'hydrocarbonate de magnésie des pharmacies, c'est-à-dire l'hydrocarbonate obtenu à l'ébullition, ne se transforme pas en carbonate neutre en présence des bicarbonates alcalins et du bicarbonate de magnésie, ou du moins que cette transformation ne se fait qu'avec une extrême lenteur.

» Donc, ou bien les carbonates alcalins donnent dans les solutions des sels de magnésie un carbonate neutre, ou bien l'hydrocarbonate formé à froid diffère par ses propriétés de l'hydrocarbonate formé à chaud.

» E. La transformation rapide du précipité obtenu par les carbonates alcalins dans les solutions des sels de magnésie en carbonate neutre cristallisé, sa décomposition probable en présence de l'eau ne permettent pas une analyse directe de ce composé, après lavages et dessiccation. J'ai déterminé la composition de ce précipité par voie indirecte, en décomposant du chlorure de magnésium par un carbonate alcalin, molécule à molécule, agitant pendant quelques instants, séparant les liquides du solide par expression et dosant :

» 1° Dans le liquide, la somme des alcalis, l'acide carbonique, le chlore et la magnésie;

» 2° Dans le solide humide, le chlore et la magnésie.

» J'avais ainsi les éléments nécessaires pour calculer le poids d'eaux mères restant dans la partie solide et par suite le poids du carbonate sec, la magnésie et l'acide carbonique restant dans ce carbonate sec, et l'eau par différence.

» J'ai trouvé ainsi que, en solution très concentrée, les carbonates alcalins donnent, dans ces solutions des sels solubles de magnésie, un carbonate neutre de magnésie répondant à la formule $CO^3Mg, 2H^2O$.

» F. Une autre preuve de la formation d'un carbonate neutre dans ces

conditions est donnée par ce fait, que si l'on sépare le solide du liquide, on voit le corps amorphe se transformer presque totalement en carbonate de magnésie cristallisé, alors même qu'il n'est plus en contact avec le liquide au sein duquel il s'est formé.

» G. Ce carbonate amorphe $CO^3Mg, 2H^2O$ est décomposable par l'eau. Si l'on fait, en effet, la précipitation d'un sel de magnésie par un carbonate alcalin en présence de quantités d'eau successivement croissantes, on constate que, dans les eaux mères, la quantité d'acide carbonique légèrement supérieure à la quantité nécessaire pour saturer les alcalis, lorsque les solutions sont concentrées, augmente par rapport aux bases, au fur et à mesure que la quantité d'eau augmente.

» H. De même, si l'on met le précipité amorphe, formé en liqueurs concentrées, en suspension dans beaucoup d'eau et qu'on filtre, le précipité obtenu ne se transforme plus en carbonate neutre cristallisé.

» I. La formation de l'hydrocarbonate de magnésie est donc la conséquence de la décomposition par l'eau d'un carbonate particulier $CO^3Mg, 2H^2O$. Mais, comme cette décomposition est limitée, qu'elle augmente avec la quantité d'eau, nous devons nécessairement, par analogie avec les remarquables expériences de M. Berthelot, avoir affaire à un phénomène réversible, et pourtant nous avons vu que l'hydrocarbonate de magnésie des pharmacies ne reprenait pas au bicarbonate de magnésie l'acide carbonique qu'il a perdu au moment de sa formation.

» L'hydrocarbonate de magnésie, obtenu à froid en présence de beaucoup d'eau, répond à la formule $(MgO)^5(CO^2)^4(H^2O)^{11}$. Il diffère donc de l'hydrocarbonate obtenu à chaud et représente cinq fois le carbonate $MgCO^3, 2H^2O$ avec substitution d'une molécule d'eau à une molécule d'acide carbonique, soit $(MgCO^3)^4, Mg(OH)^2, 10H^2O$.

» Ce corps diffère également, par ses propriétés, de l'hydrocarbonate obtenu à chaud. Il se dissout notablement dans une solution de bicarbonate de magnésie et, si cette dernière est en excès, se transforme rapidement et totalement en carbonate neutre de magnésie.

» Il fixe même lentement l'acide carbonique de l'air pour se saturer.

» Ces propriétés permettent de comprendre pourquoi la formation de l'hydrocarbonate de magnésie est limitée à basse température. Le bicarbonate de magnésie, qui se forme par la décomposition du carbonate neutre $CO^3Mg, 2H^2O$, tend à se recombiner avec l'hydrocarbonate formé simultanément, d'où deux réactions inverses qui s'équilibrent à une température donnée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction de la mannite par l'acide formique.* Note de M. AD. FAUCONNIER, présentée par M. C. Friedel.

« On sait, par les remarquables recherches du regretté Henninger, que l'acide formique possède la propriété singulière de réduire les alcools polyatomiques, en les faisant successivement descendre de deux en deux rangs dans leur atomicité et en les transformant ainsi en corps non saturés. Cette réaction, qui ne peut se produire que grâce à la formation, comme terme intermédiaire, d'un éther formique de l'alcool employé, donne des résultats extrêmement nets avec le glycol éthylénique et avec la glycérine, mais elle se complique singulièrement au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série grasse.

» Henninger a obtenu (¹) au moyen de l'érythrite du crotonylène C^4H^6, du glycol crotonylénique $C^4H^6(OH)^2$, de l'érythrane $C^4H^9O^3$, du dihydrofurfurane C^4H^6O, de l'aldéhyde crotonique C^4H^6O : ici déjà l'acide formique agit à la fois comme déshydratant et comme réducteur.

» On observe des résultats analogues si l'on s'élève encore dans la série et si l'on s'adresse aux alcools hexatomiques. Voici du moins les premiers résultats auxquels je suis parvenu avec la mannite $C^6H^8(OH)^6$.

» Lorsqu'on chauffe la mannite pendant huit heures avec deux fois et demie son poids d'acide formique d'une densité de 1,18 (renfermant environ 80 pour 100 d'acide réel), et qu'on distille ensuite le produit jusqu'à 180° (le thermomètre plongeant dans le liquide), on obtient une masse brunâtre et visqueuse qui se prend par le refroidissement en un magma cristallin. Un dosage acidimétrique montre que ce produit renferme environ 40 pour 100 d'acide formique combiné, c'est-à-dire qu'il est constitué par un mélange d'éthers mono- et diformiques de la mannite, ou plutôt de la mannitane. Si l'on substitue en effet la mannitane cristallisée à la mannite dans cette opération, on obtient identiquement les mêmes résultats comme teneur en acide combiné, et comme produits résultant de la décomposition pyrogénée du mélange de ces éthers.

» Cette décomposition pyrogénée commence vers 210° : on observe un vif dégagement de gaz formés presque entièrement d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, en même temps qu'il distille un liquide jaunâtre, d'où l'on peut extraire par un fractionnement méthodique les produits suivants :

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 149.

» 1° Un liquide incolore, bouillant à la pression ordinaire à 107-109°. Ce composé, presque insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, le chloroforme, l'éther, le sulfure de carbone, présente une odeur pénétrante et caractéristique qui rappelle à la fois celle des carbylamines et celle de l'essence de moutarde; il a pour formule C^6H^8O (trouvé : C = 74,57, 74,91; H = 8,53, 8,54; calculé : C = 75,00; H = 8,38. Densité de vapeur, trouvé : 3,35, 3,39; calculé : 3,32). Sa densité, prise à 0°, est, rapportée à l'eau à + 4°, égale à 0,9396. Il possède le pouvoir rotatoire lévogyre; on a en solution sulfocarbonique à 2 pour 100, et sous une épaisseur de $0^m,20$, $\alpha_{[D]} = -168°24'$.

» 2° De l'isomannide, $C^6H^{10}O^4$, corps que j'avais déjà obtenu par la distillation sèche de la mannite [1].

» 3° Enfin un liquide incolore et visqueux, bouillant à 157° sous une pression de 17^{mm} et paraissant avoir pour formule $C^6H^{10}O^3$. Les chiffres, trouvés à l'analyse (C = 54,31, 54,42; H = 7,73, 7,75), s'écartent assez notablement de ceux qu'exige la formule (C = 55,39; H = 7,69); mais je pense que ce produit renferme encore une certaine quantité d'isomannite dont il est presque impossible de la séparer complètement, ces deux corps possédant les mêmes dissolvants et bouillant à des températures assez voisines.

» En résumé, je crois pouvoir représenter la formation de ces divers corps par les réactions suivantes :

» 1° Déshydratation de la mannite et formation de mannitane.

» 2° Éthérification de la mannitane avec production de mono- et de diformine.

» 3° Décomposition pyrogénée de ces deux éthers suivant les équations

$$C^6H^{11}O^4(OCHO) = CO^2 + H^2O + C^6H^{10}O^3,$$
$$C^6H^{10}O^3(OCHO)^2 = CO + CO^2 + H^2O + C^6H^{10}O^3,$$
$$C^6H^{10}O^3(OCHO)^2 = 2H^2O + 2CO^2 + C^6H^8O.$$

» 4° Déshydratation de la mannitane et formation d'isomannide.

» Je me propose de revenir prochainement sur ces trois composés, dont je continue l'étude [2]. »

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCV, p. 991.

[2] Ce travail a été fait au laboratoire de la Faculté de Médecine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des créatines et des créatinines.* Note de M. E. DUVILLIER, présentée par M. Friedel.

« Dans de précédentes Notes [1] j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie la formation directe de créatinines en laissant réagir la cyanamide sur un certain nombre d'acides amidés. En continuant cette étude, je suis arrivé à un résultat qui, je crois, jette quelque lumière sur la formation des créatines et des créatinines.

» *Sur une créatinine nouvelle, l'α-éthylamidopropionocyamidine.* — Si l'on ajoute de la cyanamide (1^{mol}) et quelques gouttes d'ammoniaque à une solution aqueuse saturée à froid d'acide α-éthylamidopropionique (1^{mol}) on observe, après un mois environ, un dépôt de cristaux en tables minces que l'analyse indique être de la dicyandiamide. Ce dépôt augmente lentement; après trois mois environ, lorsqu'il ne semble plus augmenter, on le sépare et l'on concentre l'eau mère. Celle-ci, convenablement concentrée, laisse déposer des cristaux prismatiques dont le plus grand nombre présente un groupement en faisceaux. En continuant la concentration, il se dépose un mélange de ces mêmes cristaux et de cristaux rhomboédriques d'acide α-éthylamidopropionique. Par une ou deux cristallisations dans l'eau, les cristaux prismatiques s'obtiennent parfaitement purs. Ces cristaux ne renferment pas d'eau de cristallisation. Soumis à l'analyse, ils répondent à la composition de l'α-éthylamidopropionocyamidine qui a pour formule

$$AzH=C\begin{cases}AzH-CO \\ Az.(C^2H^5).CH \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\; CH^3\end{cases}$$

	Calculé.	Trouvé.
C^6	51,06	50,83
H^{11}	7,80	8,09
Az^3	29,79	29,45
O	11,35	
	100,00	

» Cette créatinine, de même que toutes les autres créatinines connues jusqu'à ce jour, est soluble dans l'alcool. Elle se dissout, en effet, dans 18 parties d'alcool à la température de 16°. Elle est beaucoup plus soluble

[1] *Comptes rendus*, t. XCV, p. 456, 1882; t. XCVI, p. 1583, 1883; t. XCVII, p. 1486, 1884.

dans l'eau; ainsi à 17°, elle n'exige que 3,7 parties d'eau pour se dissoudre. Enfin cette créatinine se dépose de sa solution alcoolique sous forme de petites tables rhombiques.

» Puisque l'action de l'acide α-éthylamidopropionique sur la cyanamine fournit directement une créatinine, tandis que l'action de la cyanamide sur l'alanine et sur l'acide α-méthylamidopropionique donne naissance à des créatines, on voit donc que l'ammoniaque, qui entre dans les acides amidés dérivés d'un même acide, joue un grand rôle dans la formation des créatines et des créatinines.

» Ce travail et ceux que j'ai publiés précédemment sur ce sujet (¹) montrent, en outre, que, lorsque l'on fait réagir la cyanamide sur les acides amidés, il se forme une créatinine avec les acides amidés d'ammoniaque ordinaire, tandis qu'il se forme une créatinine avec les acides amidés d'ammoniaques composées, sauf avec le méthylglycocolle (²) et l'acide α-méthylamidopropionique (³), qui donne naissance à des créatines, comme l'ont montré Volhardt et Lindenberg.

» Aussi je crois pouvoir avancer que, si l'on vient à faire agir la cyanamide sur les acides amidés dérivés d'une ammoniaque composée primaire renfermant plus de deux atomes de carbone, on n'obtiendra que des créatinines et pas de créatines.

» Il reste à voir si l'éthylglycocolle fournira une créatine ou une créatinine : c'est ce que j'ai entrepris de rechercher; ce sera l'objet d'une prochaine Communication.

» Enfin je ferai remarquer que, lorsque l'action de la cyanamide sur les acides amidés donne naissance à une créatine, on obtient facilement, à l'aide de cette créatine, la créatinine correspondante, et la créatinine ainsi formée a une grande tendance à repasser à la longue à l'état de créatine lorsqu'elle se trouve en solution dans l'eau; tandis que, lorsque l'action de la cyanamide sur les acides amidés donne naissance directement à une créatinine, on n'obtient pas la créatine correspondante. »

(¹) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 171, 1880; t. XCV, p. 456, 1882; t. XCVI, p. 1583, 1883; t. XCVII, p. 1486; 1884.

(²) Volhardt, *Sitzungsber. der K. bayr. Academie d. Wissensch.*, t. II, p. 472; 1868.

(³) Lindenberg, *Journal für praktische Chemie*, t. CXX, p. 253; 1875.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les contractions simultanées des muscles antagonistes.* Note de M. **Beaunis**.

« Quand on attache à l'un des leviers du myographe double de Marey le tendon d'un muscle d'une grenouille et, à l'autre levier, le tendon du muscle antagoniste, et quand on détermine la production d'une contraction *réflexe* par l'excitation de la peau, d'un viscère ou d'un nerf sensitif, on voit que, dans la plupart des cas, les deux muscles se contractent simultanément. Il en est de même dans les mouvements spontanés de l'animal. Ces contractions simultanées des muscles antagonistes s'observent aussi après l'ablation totale ou partielle de l'encéphale.

» Dans les conditions expérimentales indiquées ci-dessus, les trois cas suivants peuvent se présenter :

» 1° Les deux muscles antagonistes se contractent simultanément; c'est ce qui arrive le plus ordinairement. Les hauteurs des contractions des deux muscles peuvent, du reste, être égales ou différentes.

» 2° Un seul des deux muscles se contracte, l'autre reste absolument immobile. C'est le cas le plus rare.

» 3° Un des deux muscles se contracte; le muscle antagoniste se relâche et s'allonge. Cet allongement réflexe, que j'ai déjà signalé, rentre évidemment dans la catégorie des actions d'arrêt. Ce cas se présente assez fréquemment.

» Ces trois cas peuvent du reste se combiner entre eux et coexister dans un même mouvement ou dans une série de mouvements.

» Ces faits, que je me contente d'exposer ici dans leur généralité, sans entrer dans les détails, apportent la vérification expérimentale d'une opinion émise autrefois par Winslow et développée depuis par Duchenne, de Boulogne, sur le rôle des muscles antagonistes. Ils prouvent que ces muscles n'agissent pas uniquement, comme on l'admet d'ordinaire, par leur tonicité seule; mais que, en réalité, leur intervention dans les mouvements est beaucoup plus directe, le mouvement total n'étant que la résultante des actions qui se passent dans les muscles antagonistes.

» Ces contractions simultanées des muscles antagonistes ne sont d'ailleurs, comme je le montrerai ultérieurement, qu'un cas particulier d'une loi générale d'innervation. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune pélagique de la mer Baltique et du golfe de Finlande*. Note de MM. **G. Pouchet** et **J. de Guerne**, présentée par M. A.-Milne Edwards.

« S. A. le Prince héréditaire de Monaco a bien voulu remettre à l'un de nous le produit de pêches au filet fin, exécutées par lui l'année dernière au cours d'un voyage qu'il a fait dans la Baltique, à bord de son yacht *l'Hirondelle*. Les pêches s'étendent depuis 54° 59′ latitude nord et 14° 48′ longitude est de Paris, jusqu'au fond du golfe de Finlande. Elles ont été faites du 14 août au 15 septembre 1884, par beau temps et le plus souvent en plein soleil. Les températures observées à la surface de la mer au moment des pêches, c'est-à-dire de 9^h du matin à 4^h du soir, sont comprises entre 14° et 16°.

» S. A. le Prince a procédé lui-même, avec le plus grand soin, à la préparation des pêches. Les matériaux qui nous ont été remis et qui ont servi de base au présent travail sont excellents. Ils se recommandent autant par la qualité que par le nombre. Même après les recherches de Möbius et de ses collaborateurs (*Berichte der Wiss. unt. deuts. Meere*, u. s. w.), ces éléments nouveaux, recueillis en pleine mer par des moyens qu'il est souvent malaisé d'employer à bord des navires, devaient appeler toute notre attention. Ils donnent le faciès exact et complet de la faune pélagique.

» La Baltique, par son régime particulier, offre sous ce rapport un intérêt spécial, en raison des modifications qu'y subit la salure des eaux, non seulement selon la latitude et la profondeur, mais encore, en un lieu déterminé, sous l'influence du vent, de la congélation, de la fonte des glaces, etc.

» Les pêches ont fourni presque exclusivement des Crustacés cladocères et copépodes, avec une grande quantité de petites algues. Ces végétaux couvrent toute l'étendue du bassin compris entre Gotland, la Prusse et l'entrée du golfe de Finlande. Ils contribuent à donner aux eaux de la Baltique, même au large des côtes, une couleur vert-olive caractéristique.

» Dans le golfe de Finlande, on rencontre des Crustacés d'eau douce nettement caractérisés, comme *pélagiques lacustres* (Forel). Tels sont : *Cyclops quadricornis, Daphnella brachyura, Daphnia quadrangula, Bosmina longirostris*. Cette dernière espèce représente à elle seule les trois quarts de la masse d'animaux obtenue en ces parages. On l'y trouve associée à l'*Hyalodaphnia kahlbergiensis* et à une forme *pélagique marine*, l'*Evadne Nordmanni*.

Celle-ci devient de plus en plus fréquente à mesure qu'augmente la salure de l'eau.

» En descendant vers le sud, les *Evadne* se substituent peu à peu aux *Bosmina*. Toutefois, celles-ci se retrouvent jusqu'au delà de Dantzig, et nous sommes portés à croire que l'unique espèce marine du genre *Bosmina*, découverte dans le Sund par P.-E. Müller (1868) et retrouvée l'année dernière à Kiel par Möbius (*Vierter Bericht*, 1884), est une simple variété de celle du golfe de Finlande.

» Par le travers de Gotland, les Copépodes marins commencent à devenir nombreux. Ils représentent un tiers environ des animaux dans les pêches. Le reste se compose surtout d'*Evadne*. Enfin, plus au sud, par 54° 59′ latitude nord apparaissent quelques embryons de Lamellibranches. On sait l'abondance ordinaire des larves parmi les êtres pélagiques dans l'Océan et la Méditerranée. Les résultats négatifs, fournis à cet égard par les pêches que nous avions entre les mains, n'en sont que plus intéressants. Sauf un exemplaire, et encore douteux (*Dinophysis*), nous n'avons point vu de Péridiniens. Leur présence a été cependant signalée dans la Baltique par plusieurs naturalistes allemands.

» Dans toutes les pêches, on trouve un Copépode, connu depuis longtemps pour habiter les eaux saumâtres, le *Temora velox*. Cette espèce paraît s'être adaptée d'une manière spéciale aux conditions extrêmes d'existence dans la mer Baltique. Elle y est partout répandue et l'on sait qu'elle entre pour une part importante dans la nourriture de certains Poissons.

» En résumé, d'après les pêches qui nous ont été remises, il nous paraît que la faune pélagique du golfe de Finlande rappelle, par l'ensemble de ses caractères, celle des grands lacs de l'Europe, telle que l'ont fait connaître Forel, Lilljeborg, P.-E. Müller, Pavesi, G.-O. Sars, Weissman, etc. Comme dans les lacs scandinaves, certaines espèces de Cladocères sont représentées par un nombre considérable d'individus. On les voit également attaqués par des Cryptogames parasites. Enfin la présence de nombreux Infusoires et de Rotifères du genre *Anuræa* vient encore augmenter l'analogie de cette faune avec celle des lacs suisses, récemment explorés, à ce point de vue, par Imhof (*Zeits. wiss. Zool.*, 1884).

» Ces ressemblances s'expliquent par l'analogie des conditions de température (20° à la surface du Léman, en août et septembre, d'après Forel; 14° à 16° dans le golfe de Finlande, d'après les observations faites au moment des pêches). Elles s'expliquent surtout par le très faible degré de la salure des eaux du golfe (0,073 pour 100 à Cronstadt, 0,262 pour 100 à

Seskär, 0,751 pour 100 entre Gotland et la côte de Russie). Au point de vue de la faune pélagique, il est permis de comparer le golfe de Finlande à un lac largement ouvert sur la Baltique.

» Quant au bassin central de cette mer jusqu'à 14° longitude est de Paris, et probablement plus loin, jusqu'à l'embouchure de l'Oder, il nous offre des caractères de transition bien nets entre la faune pélagique des eaux douces et celle des eaux fortement salées. La nature semble avoir complètement réalisé en ces parages les conditions que M. Plateau et M. Bert ont reproduites expérimentalement au cours de leurs études sur la vitalité des Daphnies dans des eaux de salure différente.

» La présence des *Evadne* et des *Podon* dans le golfe de Finlande montre que les Cladocères de ces genres, regardés comme essentiellement marins, peuvent s'adapter aux conditions d'existence dans des eaux à peine saumâtres. Le *Podon intermedius*, par exemple, qui supporte dans la Méditerranée une salure de 3,7 à 3,9 pour 100, vit également dans la partie orientale du golfe de Finlande, où l'eau n'offre plus, comme nous l'avons dit, qu'une salure de 0,073 pour 100. Nous sommes ainsi conduits, par les *Podon* et les *Evadne*, d'une mer presque douce aux formes lacustres à faciès marin (*Bythotrephes*, *Polyphemus*, etc.) que l'on a rencontrées dans la plupart des lacs de l'Europe.

» Si l'on admet que les Cladocères lacustres dérivent des Cladocères marins, il reste à déterminer dans quelle direction le transport a pu avoir lieu par l'intermédiaire des Oiseaux migrateurs. Ce transport ne pouvant s'effectuer que grâce aux œufs d'hiver, on verra que tout ou partie de la population des lacs, si telle est son origine, a dû précisément se répandre du Nord au Midi, c'est-à-dire des eaux saumâtres, où vivent les *Evadne* et les *Podon*, aux eaux complètement douces des lacs. »

GÉOLOGIE. — *Existence du calcaire à Fusulines dans le Morvan.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Il résulte de l'examen auquel je viens de soumettre une série d'échantillons recueillis par M. B. Renault, et qu'il a bien voulu me communiquer, que le calcaire à Fusulines, non signalé encore, que je sache, en France, entre dans la constitution géologique du Morvan.

» C'est à Cussy (Saône-et-Loire) que la roche étudiée se montre, sous la forme d'un marbre exploité comme pierre à chaux, très compact et d'un noir profond, dont les fissures sont incrustées de calcite blanche. Il constitue

un lambeau enclavé dans des porphyres, complètement séparé des masses stratifiées de la région et dont l'âge est par conséquent inconnu. Les faits que je vais résumer conduisent à faire disparaître cette incertitude et à révéler, dans la roche de Cussy, un des termes de la série des couches du calcaire carbonifère.

» A la loupe, un coup d'œil suffit pour reconnaître dans diverses parties, au milieu de nombreuses oolithes calcaires et de débris de tous genres, l'existence de corps ayant évidemment une structure organisée. Certaines lames minces montrent au microscope une véritable abondance de fossiles variés. J'ai passé ceux-ci en revue avec soin et, malgré la très grande réserve qui doit nécessairement entourer des déterminations faites sur des sections dont la direction ne saurait être exactement déterminée, je crois pouvoir annoncer la présence parmi eux de plusieurs formes de foraminifères, très reconnaissables au moins génériquement.

» En plusieurs régions, le fossile le plus abondant présente tous les caractères du *Saccamina Carteri*, Brady. On en rencontre des agglomérations nombreuses et M. Brady a publié [1] une coupe qui reproduit exactement l'aspect de plusieurs des échantillons actuels. On sait que ce fossile abonde dans le *calcaire de Visé* de Belgique, ainsi que dans le *Scarlimestone* du Westmoreland et dans le calcaire carbonifère inférieur de l'Écosse. On voit avec lui, dans la roche de Cussy, un foraminifère à section ogivale qui devra être étudié.

» Il est impossible de ne pas reconnaître de vrais *Fusulina* Fischer dans plusieurs préparations, mais je crois devoir m'abstenir de les qualifier spécifiquement. Je n'hésite pas à compter le genre *Lituola* Lamarck parmi ceux que renferme le calcaire du Morvan. Des *Endothyra* Phil. sont bien reconnaissables dans plusieurs échantillons et l'on peut même croire qu'ils appartiennent à des espèces diverses. C'est à certains *Climacammina* Brady que se rapportent peut-être plusieurs formes associées aux précédentes, comme quelques autres dont la détermination ne pourra être faite que sur de nouveaux échantillons.

» Enfin, je mentionnerai des organismes assez fréquents qu'il semblerait vraisemblable de considérer comme des végétaux : ce sont des files, parfois assez longues, de cellules à sections rectangulaires et à parois épaisses. Dans un cas, une semblable file s'est montrée terminée par une sorte de tête arrondie, d'un aspect très spécial.

---

[1] *Palæontographical Society*, t. XXX, *pl. XII*, *fig.* 6. Londres, 1876.

» Je ne me dissimule pas le peu de précision qui entoure encore les faits dont il s'agit et j'ai quelque peu hésité à les communiquer. Cependant la démonstration qu'ils paraissent fournir de l'existence, dans le Morvan, d'un horizon paléontologique non signalé jusqu'ici, offre sans doute un intérêt assez grand pour en justifier la publication. »

M. A. **Caraven-Cachin** annonce, par l'entremise de M. Hébert, qu'il a découvert, à 2^{km} de Grauchet (Tarn), sur la rive droite du ruisseau d'Agros, dans la carrière du Saut, des cristaux de célestine (sulfate de strontiane). Les couches exploitées dans cette carrière appartiennent à l'éocène supérieur, comme celles où l'on a rencontré du gypse, près de Castres (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 755, 1881). M. Caraven-Cachin voit dans ces faits une confirmation de l'analogie qui existe entre le bassin du Tarn et celui de la Seine, analogie constatée d'ailleurs par les études paléontologiques.

M. **Sacc** adresse les analyses de quelques efflorescences salines de Bolivie.

M. **Philippof** adresse une Note « sur l'Arithmétique symbolique ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mars 1885.

Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés; par Ph.-C. Sappey; 9[e] et 10[e] livraisons. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-folio.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain juras-

sique. Liv. 77 : *Brachiopodes; par* M. Deslongchamps. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1883-1884. Rouen, impr. Cagniard, 1885; in-8°.

L'Union scientifique. Revue illustrée des Sciences et de leurs applications; 3e année, 1884. Paris, Roger et Chernoviz, 1885; in-8°.

Les médecins grecs depuis la mort de Galien jusqu'à la chute de l'empire d'Orient (210-1453); *par* le Dr A. Corlieu. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Sur le glycogène chez les basidiomycètes; par L. Errera. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1885; br. in-8°.

Un mot sur la phosphorescence des myriapodes; par J. Richard. Gand, impr. Ad. Hoste, 1885; br. in-8°.

Meteorologia solare. Nota di P. Tacchini. Roma, tipog. Sinimberghi, 1885; in-4°. (Estratto dagli *Annali di Meteorologia.*)

ERRATA.

(Séance du 16 mars 1885.)

Page 814, ligne 7 en remontant, *modifier la phrase ainsi qu'il suit :* on s'explique ainsi comment, d'une manière exceptionnelle, les adhérences pourront ne pas s'établir dans les œufs immobiles ou s'établir dans des œufs remués.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AVRIL 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie, dans les termes suivants, la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Rolland*, Membre de la Section de Mécanique, décédé le 31 mars 1885, et dont les obsèques doivent avoir lieu le mardi 7 avril.

« Messieurs,

» L'Académie vient d'être frappée d'une nouvelle perte. M. Rolland, son Président de l'année dernière, a succombé, jeudi dernier, aux atteintes d'une maladie douloureuse, tout autre que celle qui avait donné tant d'inquiétudes à ses amis à la fin de l'année 1883. De celle-là, M. Rolland s'était relevé; il avait hésité d'abord à venir occuper le fauteuil de la Présidence, de peur que ses forces ne vinssent à trahir sa volonté; mais, encouragé par les conseils de notre Confrère, M. Vulpian, il se décida à essayer de remplir la fonction à laquelle vos suffrages l'avaient appelé, et ce fut pour lui une si grande satisfaction de s'en sentir capable, qu'il y récupéra toutes ses forces. Vous l'avez vu, Messieurs, fidèle à toutes vos séances, et le dis-

cours qu'il a prononcé à la séance publique annuelle vous a prouvé qu'il était en pleine possession de toutes ses facultés.

» Je regrette bien, Messieurs, de n'avoir pas la compétence nécessaire pour tracer ici une rapide esquisse de l'œuvre scientifique de M. Rolland. Mais je puis rappeler, en termes généraux, que cet éminent Confrère, sorti l'un des premiers de l'École Polytechnique, entra dans l'Administration des tabacs, et qu'il appliqua toutes les ressources de sa science et toutes les activités de son esprit au perfectionnement et à l'invention des machines propres à préparer les tabacs et à les adapter à leurs différents usages; si bien que, cette œuvre accomplie, M. Rolland se trouva en possession de tous les titres nécessaires pour briguer les suffrages de l'Académie, qui consacra par son élection la haute valeur qu'elle attachait à ses travaux.

» Je rappellerai encore que M. Rolland partage avec M. Schlœsing l'honneur de l'invention d'un procédé de fabrication de la soude artificielle, destiné peut-être à se substituer à celui de Nicolas Leblanc et qui, sans rien diminuer de la gloire de cet illustre inventeur, ajoute beaucoup à la leur.

» M. Rolland était doué d'un esprit généreux qui lui faisait accueillir toutes les inventions et leur donner libre accès à côté des siennes dans l'administration dont il avait la haute direction, n'ayant d'autre jalousie que celle du bien.

» Les qualités de son cœur lui avaient mérité l'affection de tous ceux qui vivaient dans le cercle de son intimité, et par sa haute intelligence et son esprit inventif il s'était acquis une place très élevée dans l'estime des savants.

» Pour rendre un dernier hommage à sa mémoire, je crois devoir proposer à l'Académie de lever la séance. »

Conformément à la proposition de M. le Président, l'Académie décide que la séance sera levée immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

ASTRONOMIE. — *Concordance des époques géologiques avec les époques cosmogoniques*. Note déposée sur le Bureau par M. FAYE.

« En préparant la deuxième édition d'un Livre que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie il y a six mois [1], j'ai été conduit à étudier cer-

[1] *Sur l'origine du Monde*. Paris, Gauthier-Villars; 1884.

taines questions géologiques. Les Géologues et les Biologistes nous ont montré que l'Histoire naturelle du globe terrestre empiète largement sur celle de sa formation; elle s'étend au delà d'une époque où le Soleil lui-même était tout autre qu'aujourd'hui.

» Ces motifs, joints aux données nouvelles que d'autres Sciences nous offrent sur des points très douteux naguère, expliquent la tentative que je vais soumettre à l'Académie.

» Voici les données nouvelles dont je viens de parler :

» 1° Les plus simples notions de Thermodynamique ont vulgarisé l'idée que tous les astres, même les astres actuellement obscurs, ont passé par un même état de fluidité ignée. Personne ne songe plus à expliquer la chaleur interne de ces derniers en disant, avec un de nos plus célèbres Géomètres, qu'ils doivent cette chaleur à leur passage dans quelque région céleste douée d'une haute température.

» 2° La formation de chaque astre, depuis l'étoile la plus brillante jusqu'au plus humble satellite, a engendré une quantité déterminée de chaleur susceptible d'être approximativement calculée d'après son volume et sa masse. L'astre ne saurait rien dépenser au delà.

» 3° Les mêmes notions nous apprennent que la chaleur obscure rayonnée par un astre éteint ne dépend pas de la seule conductibilité de son écorce solide, mais aussi de la chaleur qui se développe dans ces couches par sa contraction graduelle, chaleur qui fait partie de la provision limitée dont je parlais tout à l'heure. En outre, tant que le noyau se trouve à l'état de fluidité complète, des courants de convection amènent à la surface de ce noyau la chaleur interne, et s'opposent longtemps à un épaississement rapide de la croûte formée de matériaux plus légers et plus réfractaires. De la sorte la température superficielle, au sein de l'atmosphère puissante des premiers temps, a pu être très longtemps maintenue au-dessus du point de congélation des eaux. Or cette dernière condition suffit pour que le travail géologique s'opère, pendant une longue suite de siècles, en dehors des radiations solaires.

» 4° Les Zoologistes nous ont appris récemment que la vie animale se développe parfaitement dans l'obscurité absolue, pourvu que les plus faibles radiations solaires produisent à la surface une simple nourriture végétale.

» 5° Les Botanistes ont prouvé qu'aux premières époques géologiques il n'y avait ni saisons ni climats; une température uniforme régnait aux pôles comme à l'équateur. On en a conclu que le Soleil, constitué déjà comme

il l'est aujourd'hui, devait avoir eu, à cette époque, un diamètre angulaire de 47°, ce qui est impossible ([1]). J'en conclus, au contraire, que le Soleil n'existait alors qu'à l'état rudimentaire. Sa chaleur contribuait fort peu à la température; mais ses radiations lumineuses, encore faibles, suffisaient pour entretenir la vie végétale à ses débuts.

» 6° Les Biologistes ne repousseront pas l'idée que la lumière solaire est un modificateur puissant de la vie, dont l'intervention a varié, depuis l'obscurité des premiers temps, jusqu'au plein jour des époques récentes.

» 7° Si l'on songe que, pour chaque calorie que le Soleil envoie à la Terre, cet astre doit en perdre dans l'espace plus de deux mille millions, on comprendra que, malgré l'énormité de sa provision de chaleur, sa radiation actuelle ne saurait suffire à la durée probable des temps géologiques. C'est ce que le calcul confirme amplement, surtout si l'on admet que le Soleil a existé dès le commencement du système solaire. La provision de la Terre est minime au contraire, en comparaison de celle du Soleil; mais chaque élément de chaleur perdu par elle a été utilisé pour maintenir la chaleur superficielle, d'autant plus longtemps que son atmosphère a été plus épaisse.

» La chaleur solaire, qui s'emploie à maintenir actuellement cette température, à une moyenne de 16°, est de $0^{cal},1$ par seconde et par mètre carré de surface terrestre ([2]), c'est-à-dire trois millions de calories par an. Supposons, ce qui est évidemment excessif, que la chaleur centrale de la Terre ait dû en fournir tout autant pour maintenir la température actuelle en l'absence du Soleil. Cela ferait, en vingt millions d'années, 6×10^{13} calories par mètre carré. Une pyramide ayant son sommet au centre de la Terre, et pour base un mètre carré de la surface, contient un peu plus de dix mille millions de kilogrammes de matière. La chaleur développée dans l'acte de la formation du globe actuel étant de 9000^{cal} par kilogramme ([3]), il y en aurait 10×10^{13} à dépenser. Il en resterait donc 4×10^{13} ou les $\frac{4}{10}$ du tout. Ce reste, de 3600^{cal} par kilogramme, aura pu fournir à la perte

([1]) Voir, à ce sujet, la belle et savante Conférence de M. de Lapparent *Sur les origines du Globe terrestre* dans le *Bulletin de l'Association scientifique de France* du 22 février dernier.

([2]) Elle est de $0^{cal},4$ par seconde et par mètre carré de surface exposée perpendiculairement à ses rayons (Violle et Crova).

([3]) J'ai obtenu ce nombre en supposant que les matériaux terrestres étaient primitivement disséminés dans un espace très grand par rapport aux dimensions actuelles de la Terre. Si le rayon avait été 200 fois plus grand, par exemple, on trouverait 8961^{cal}.

annuelle décroissante de la Terre dans les âges suivants, et laisser un reliquat bien suffisant pour maintenir en fusion le noyau métallique de notre globe.

» Je n'ai pu faire entrer en ligne de compte la chaleur perdue pendant la courte phase d'incandescence lumineuse, ni l'augmentation du rayon terrestre ; en revanche, j'ai négligé la chaleur engendrée par les actions chimiques et l'influence d'une atmosphère primitivement bien plus épaisse qu'aujourd'hui. Mais ce calcul suffit pour donner une idée de la chaleur que notre globe a dû posséder à diverses époques, et montrer que cette chaleur obscure était capable de suppléer la chaleur très faible du Soleil pendant des millions d'années, en imprimant, à la végétation développée sous l'influence d'une faible lumière, le caractère si frappant d'uniformité géographique qui distingue les époques primitives.

» Voici maintenant le Tableau de ces concordances astronomico-géologiques.

PÉRIODE DE L'INCANDESCENCE.

» Chaleur due au mode de formation. Dans la masse entièrement liquéfiée, les couches concentriques se disposent suivant l'ordre des densités. Dimensions notablement plus grandes qu'aujourd'hui; rotation beaucoup plus lente. La forme est celle d'un ellipsoïde de révolution à peine aplati aux pôles de la rotation.

» Oxydation des couches superficielles allant en décroissant avec la profondeur.

» Vaste atmosphère contenant toute l'eau ainsi produite et les gaz restés libres.

» Marées lunaires dans la masse fluide.

PÉRIODE ANTÉZOÏQUE.

Extinction du globe, obscurité totale.

» Formation d'une première croûte solide; suppression immédiate de la radiation lumineuse. Les eaux commencent à se déposer sur le sol. Remaniement mécanique et chimique de la croûte par les eaux, sous la pression d'une vaste atmosphère.

» Les marées lunaires de la masse en fusion, gênées par l'écorce solide, s'atténuent et tendent à disparaître.

PÉRIODE PRIMAIRE.

Éclairement faible dû au Soleil naissant.

» La croûte déjà formée s'épaissit lentement et se fendille. La faible pression des marées internes force la matière en fusion à monter par les fissures et même à s'épancher au-dessus des fragments de l'écorce.

» La température extérieure est exclusivement due à la chaleur interne obscure et à celle qui provient de la contraction progressive des couches supérieures.

» Vaste atmosphère protégeant la Terre contre le refroidissement. Courants supérieurs parallèles à l'équateur. Pas de régions sans pluie; pas de neige.

» Les eaux profondes sont chaudes et non froides. Marées océaniques exclusivement lunaires.

» Premières radiations lumineuses du Soleil naissant.

» Apparition de végétaux rudimentaires.

» Premiers animaux se développant, grâce à cette première nourriture végétale, dans la demi-obscurité de la Terre ou la complète obscurité des eaux.

PÉRIODE SECONDAIRE.

Lumière solaire croissante.

» La croûte s'épaissit; la chaleur obscure de la Terre diminue. Rotation diurne plus rapide.

» Le Soleil prend figure et grandit; la Terre s'en rapproche de plus en plus, et la durée de sa révolution diminue rapidement.

» La radiation solaire devenue plus intense compense la diminution progressive de la chaleur centrale.

» La vie végétale et animale se développe identiquement par toute la Terre. Absorption de l'acide carbonique restant.

» Les saisons commencent à faire sentir leur influence. Les climats commencent à se dessiner.

» Les marées lunaires sont déjà un peu modifiées par l'action du Soleil.

PÉRIODE TERTIAIRE.

Pleine illumination solaire.

» La contraction du globe se ralentit. L'afflux de la chaleur centrale est réduit à de faibles proportions.

» Le Soleil atteint rapidement son maximum d'activité. Il ne reçoit plus d'accroissement dans sa masse. Il est entouré d'une photosphère complète.

» La Terre parcourt son orbite définitive.

» La vie atteint presque son maximum d'énergie et de développement dans les climats accessibles.

» L'atmosphère est réduite à peu près à ses dimensions actuelles.

» Vicissitude complète des saisons. Climats polaires et tropicaux. Glaces polaires; leur fusion alternative.

» Le mode de refroidissement, dû au froid des pôles, commence à fonctionner. Courants polaires sous-marins maintenant une température voisine de zéro au fond des mers.

» Le refroidissement plus rapide du fond des mers détermine un excès de pression de l'écorce sous-marine sur la masse fluide intérieure; il provoque l'exhaussement progressif des continents et la formation des chaînes de montagnes le long des lignes de fracture.

» Apparition des neiges éternelles et des glaciers sur les hautes montagnes.

» Les courants atmosphériques dévient nettement vers le nord-est, sur notre hémisphère, et se localisent. Régions sans pluies.

» Phénomènes volcaniques dus à l'injection accidentelle des eaux ou de la vapeur d'eau, à haute pression, dans les couches ignées, par les lignes de fracture s'entr'ouvrant en bas. Formation souterraine de laves foisonnantes et parfois explosives.

» Marées pleinement luni-solaires.

PÉRIODE QUATERNAIRE.

Léger déclin de l'activité solaire.

» Sauf cet imperceptible déclin, plutôt soupçonné que prouvé [1], cette phase est caractérisée par la disparition de toute influence cosmogonique et l'établissement d'une stabilité parfaite dans toutes les directions [2]. Stabilité des dimensions du système planétaire, stabilité de la radiation du Soleil, stabilité de la constitution chimique de l'atmosphère, enfin stabilité de la rotation et de la figure de la Terre dont l'aplatissement a atteint la valeur actuelle.

» Le sol seul n'est pas absolument stable; continuation affaiblie des lents mouvements de bascule des fragments de l'écorce terrestre, causés par l'inégal refroidissement de ces fragments, les uns continentaux, les autres sous-marins, et par l'accumulation des sédiments;

» Période glaciaire (hémisphère nord) se rattachant à ces mouvements de bascule.

» Continuation affaiblie des phénomènes volcaniques.

» La vie a déjà abandonné les contrées polaires, les hautes cimes et les régions sans pluies (déserts). Elle se particularise de plus en plus sur des habitats déterminés par le relief du sol.

» Persistance au fond des mers d'une faune analogue à celle qui régnait partout aux époques antérieures. »

---

(1) Le Soleil, étoile blanche à l'origine et du premier type spectral, à en juger par son énorme provision de chaleur d'origine, est actuellement un peu jaunâtre, et a passé au second type.

(2) La phase glaciaire ne contredit pas cette assertion. Elle n'est pas imputable à l'imperceptible changement survenu dans l'activité du Soleil, ni aux variations séculaires d'obliquité ou d'excentricité de l'orbite terrestre, lesquelles doivent rester comprises entre d'étroites limites. On l'a attribuée, à plus juste titre, au déplacement de certains courants de la mer. En effet, un coup d'œil sur une carte des isothermes montre combien ces courbes se relèvent plus sur l'Atlantique, qui communique largement avec la mer Arctique, que sur le Pacifique. Si un faible soulèvement du sol sous-marin, entre le Groenland et la Norvège, venait à intercepter en partie le courant froid inférieur qui vient du pôle, les eaux chaudes des tropiques ne se porteraient plus avec la même abondance vers le nord, et nos isothermes prendraient la disposition qu'elles ont aujourd'hui sur le Pacifique. Les courants supérieurs de l'atmosphère ne subissant pas de changement, les glaciers européens reprendraient une nouvelle extension.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les engrais complémentaires.* Note de M. DE GASPARIN.

« Quand il s'agit de l'application d'engrais complémentaires sur un champ, le problème à résoudre présente deux faces. Supposant qu'il s'agit d'une culture déterminée, destinée à occuper longtemps la terre, on doit d'abord se demander quelles sont les consommations organiques et minérales du végétal cultivé, et c'est en vue des consommations minérales surtout que se fabriquent tous ces engrais spéciaux offerts par le commerce aux agriculteurs. Mais l'autre face de la question est l'état de la terre elle-même. Proposer de la potasse au propriétaire de la vigne de Lacryma-Christi, qui en renferme, à l'état attaquable, plus de 3 pour 100 de son poids, ou de l'acide phosphorique aux cultivateurs des terrains basaltiques de Pont-du-Château, dans la Limagne, ce serait, comme on dit vulgairement, porter de l'eau à la rivière, et les agriculteurs qui achètent des engrais complémentaires, sans se préoccuper de la richesse propre de leurs terres, se trouvent bien souvent dans ce cas.

» Ils commencent à le comprendre, et je suis souvent consulté sur les ressources propres du sol. La consultation est difficile, car il ne s'agit pas seulement de savoir si telle ou telle substance est en quantité suffisante dans le sol : il faut encore apprécier si elle se trouve dans un état propre à la faire entrer dans le courant de la végétation, et, par-dessus cette difficulté, il faut veiller à ce qu'il y ait entre les différents aliments un équilibre qui permette au végétal de profiter de la richesse supplémentaire qu'on met à sa disposition. Avant tout, il ne faut pas oublier que la partie de beaucoup la plus importante du végétal est formée de composés ternaires et quaternaires; si l'on peut supposer que les composés binaires et ternaires sont fournis par l'atmosphère et les météores, les expériences célèbres de M. Boussingault et les grandes, persévérantes et remarquables expérimentations de MM. Lawes et Gilbert à Rothamsted ont démontré que les composés quaternaires doivent être entretenus par l'importation.

» Voilà les bases sur lesquelles doit reposer la consultation qu'on demande aux chimistes voués à l'Agronomie et qui exige de leur part une grande précision dans la détermination des éléments qui servent à l'asseoir.

» Comme on s'occupe beaucoup autour de moi de la reconstitution des vignobles, soit par les plants américains, soit par la submersion, les viticulteurs, surtout les submersionnistes, comme on les appelle, justement préoc-

cupés de l'alimentation des ceps, dans des terres appauvries par une filtration d'eau calcaire qui ne dure guère moins de deux mois par an, achètent des engrais complémentaires spéciaux, dans lesquels la potasse est l'élément actif prépondérant, et, comme les terrains (alluvions de la Durance) sont pauvres en acide phosphorique, ils joignent à ces engrais des superphosphates de Saint-Gobain ou des autres fabriques.

» Voici la composition d'une terre de M. Debout de Saint-Remy-Rabet, à Saint-Andéol (Bouches-du-Rhône), que le propriétaire a soumise à mon examen :

Silice et silicates résistant à l'attaque acide	45,110
Carbonate de chaux	42,050
Carbonate de magnésie	0,726
Potasse	0,169
Sesquioxyde de fer	5,420
Alumine	1,530
Eau combinée avec les sesquioxydes	1,450
Acide phosphorique	0,085
Matières organiques	3,460
	100,000

» La potasse se trouve évidemment en quantité suffisante, surtout au début de la plantation, et tout apport d'engrais potassique serait en pure perte.

» L'acide phosphorique est en quantité médiocre; cependant une terre n'est réputée pauvre sous ce rapport que lorsqu'elle contient moins de 0,05 pour 100. Toutefois, si l'on considère que la taille annuelle de la vigne enlève des quantités importantes d'acide phosphorique, il peut y avoir avantage à en fournir; mais sous quelle forme? Sur terre nue contenant moitié de son poids de calcaire, l'emploi des superphosphates n'est pas rationnel. Pour le même prix, on a une quantité triple de phosphates pulvérisés, plus riches en acide phosphorique par 100^{kg}, et qui, intimement mêlés au sol par les cultures successives, entretiendront sa richesse actuelle.

» Enfin, les terrains calcaires dissipant rapidement les matières organiques, il faut se préoccuper avant tout de fournir des litières ou des fumiers volumineux, qui assoupliront un sol compact et fourniront les aliments quaternaires nécessaires à la vigueur de la vigne.

» Voilà la consultation dans ses lignes principales; mais je dois ajouter une remarque analytique.

» La détermination de la potasse attaquable est une manipulation familière aux chimistes, et je pense qu'ils ont tous adopté, en fin d'analyse, le procédé recommandé par M. Peligot, qui consiste, lorsque les alcalis séparés ont été ramenés à l'état de chlorures et convertis en chloroplatinates, à séparer le chloroplatinate de potasse par l'alcool éthérisé et par voie de décantation.

» Seulement l'insolubilité du chloroplatinate de potasse, même dans l'alcool anhydre éthérisé, n'est pas absolue, et l'appréciation du temps nécessaire pour amener la séparation totale est délicate.

» Pour estimer très approximativement la solubilité du chloroplatinate dans le liquide de décantation, je me suis contenté de séparer le précipité en le lavant par décantation, et ne prenant pour chaque lavage que le temps nécessaire pour que le liquide décanté devînt limpide. J'ai réuni ainsi, dans un flacon bien bouché, les liquides de lavage de *huit* déterminations faites exactement dans les mêmes conditions. Au bout d'un mois, j'ai décanté le flacon, j'ai lavé rapidement à l'alcool absolu éthérisé le précipité qui s'était formé. Le chloroplatinate obtenu, calciné avec un peu de bicarbonate de potasse, a fourni $0^{gr},024$ de platine, soit $0^{gr},003$ par opération, correspondant à $1^{mgr},4$ de potasse. C'est la quantité qu'on devra ajouter aux déterminations de potasse faites par voie de décantation rapide. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Carton soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Bases de la Géométrie sans postulatum ».

(Renvoi à l'examen de M. Darboux.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, « L'année scientifique et industrielle, par M. *L. Figuier*; 28e année (1884) ».

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance qu'oppose un liquide indéfini en repos, sans pesanteur, au mouvement varié d'une sphère solide qu'il mouille sur toute sa surface, quand les vitesses restent bien continues et assez faibles pour que leurs carrés et produits soient négligeables.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« I. J'appellerai R le rayon de la sphère; $F(t)$ le chemin décrit par son centre jusqu'à l'époque t; u, v, w les composantes respectives, à cette époque, des vitesses absolues du fluide suivant trois directions rectangulaires, dont la première sera celle de la translation, supposée d'abord rectiligne, de la sphère; et je rapporterai l'espace à trois axes des x, y, z émanés, suivant ces directions, du centre mobile de la sphère. Aux instants successifs t, les mêmes coordonnées x, y, z seront donc celles de points différents, dont la situation par rapport à la sphère deviendra la même; et les dérivées en t de u, v, w, et de la *pression moyenne* p, exprimeront les variations de u, v, w, p non pas *sur place*, mais en passant d'un de ces points aux suivants. Au reste, ces dérivées ne différeront pas, au degré d'approximation adopté, de celles qui seraient prises sur place; car elles ne les dépasseront que des produits négligeables, par $F'(t)$, des dérivées de u, v, w, p en x. Donc les équations classiques d'Euler, complétées par Navier pour la mise en compte des frottements, seront applicables dans ce système de coordonnées, et l'on aura : 1° les quatre équations indéfinies

$$(1)\qquad \frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0,\qquad -\frac{dp}{d(x,y,z)}=\rho\,\frac{d(u,v,w)}{dt}-\varepsilon\Delta_2(u,v,w);$$

2° des conditions aux limites exprimant, d'une part, que u, v, w, p s'annulent à une distance infinie $r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ de l'origine, d'autre part, que, sur la surface $r=R$ de la sphère (*mouillée* par une couche fluide adhérente), on a $u=F'(t)$, $v=0$, $w=0$. On satisfait aux équations (1) au moyen des intégrales, déduites d'un type indiqué dans mon *Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques* (1885, p. 278),

$$(2)\ u=\Delta_2\varphi-\frac{d^2\varphi}{dx^2},\quad v=-\frac{d^2\varphi}{dx\,dy},\quad w=-\frac{d^2\varphi}{dx\,dz},\quad p=\varepsilon\frac{d}{dx}\left(\frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d\varphi}{dt}-\Delta_2\varphi\right),$$

φ étant une fonction auxiliaire qu'on peut supposer dépendre de r et t seuls, et que les relations (1) astreignent à vérifier l'équation $\Delta_2\left(\frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d\varphi}{dt}-\Delta_2\varphi\right)=0$. Or celle-ci, vu la forme simple, bien connue, de Δ_2 pour les fonctions de r et t, revient après deux intégrations immédiates, en appelant φ_0 la valeur

de φ à la surface $r = \mathrm{R}$ de la sphère, s une fonction arbitraire du temps, et supposant une autre fonction arbitraire de t contenue implicitement dans φ [ce qui n'influe en rien sur les valeurs (2) de u, v, w, p], à

$$(3)\qquad \left(\frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d}{dt} - \frac{d^2}{dr^2}\right)\left(r\varphi - \mathrm{R}\varphi_0 + \frac{3\varepsilon}{2\rho}\mathrm{R}s\right) = 0.$$

» A cette équation indéfinie on joindra les deux conditions, spéciales à $r = \mathrm{R}$, $\frac{d\varphi}{dr} = \frac{\mathrm{R}}{2}\frac{ds}{dt}$, $\frac{ds}{dt} = \mathrm{F}'(t)$, transformées de $u = \mathrm{F}'(t)$, $v = 0$, $w = 0$ au moyen des formules (2), avec élimination, par (3), de la dérivée seconde de φ en r, ou mieux de $\Delta_2\varphi$. La fonction s est donc le chemin $\mathrm{F}(t)$ parcouru par la sphère à partir d'une origine convenablement choisie; et il suffit, pour $r = \mathrm{R}$, que la dérivée de φ en r égale $\frac{1}{2}\mathrm{R}\mathrm{F}'(t)$, ou $\frac{1}{2}\mathrm{RV}$ si V est la vitesse actuelle de la sphère. En appelant A l'angle du rayon $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ avec cette vitesse, $\Delta_2\varphi$ et les valeurs moyennes de $p\cos\mathrm{A}$, u, sur les sphères $r = $ const. (où x^2, y^2, z^2 valent en moyenne $\frac{1}{3}r^2$), sont d'ailleurs

$$(4)\qquad \frac{3}{2}\frac{\mathrm{R}}{r}\mathrm{V} + \frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d}{dt}\left(\varphi - \frac{\mathrm{R}}{r}\varphi_0\right),\quad \frac{\varepsilon\mathrm{R}}{2r^2}\left(\mathrm{V} - \frac{2}{3}\frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d\varphi_0}{dt}\right),\quad \frac{2}{3}\Delta_2\varphi.$$

» Enfin, la pression exercée en (x, y, z) par unité d'aire, dans le sens des x négatifs, sur la sphère fluide $r = $ const., est successivement, en remplaçant, d'après (2), les dérivées de v et w en x par celles en y et z de $u - \Delta_2\varphi$, puis introduisant au besoin les variables r et A au lieu de x, y, z,

$$\left(p - 2\varepsilon\frac{du}{dx}\right)\frac{x}{r} - \varepsilon\left(\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}\right)\frac{y}{r} - \varepsilon\left(\frac{du}{dz} + \frac{dw}{dx}\right)\frac{z}{r} = p\cos\mathrm{A} - \varepsilon\frac{d\Delta_2\varphi}{dr}\frac{x^2}{r^2} - \varepsilon\frac{d}{dr}(2u - \Delta_2\varphi);$$

et sa valeur totale sur la surface $4\pi r^2$ de la sphère est par suite, vu (4), $6\pi\varepsilon\mathrm{R}\left(\mathrm{V} - \frac{2}{3}\frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d\varphi_0}{dt}\right) - \frac{8\pi\rho r^2}{3}\frac{d}{dt}\frac{d\varphi}{dr}$. A la limite $r = \mathrm{R}$, où la dérivée de φ en r est $\frac{1}{2}\mathrm{RV}$, elle devient la résistance demandée du fluide sur le solide; de sorte que, en appelant m la masse $\frac{4}{3}\pi\rho\mathrm{R}^3$ du fluide *déplacé* par ce corps, on aura

$$(5)\qquad \text{Résistance} = 6\pi\varepsilon\mathrm{R}\left(\mathrm{V} - \frac{2}{3}\frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d\varphi_0}{dt}\right) - m\frac{d\mathrm{V}}{dt}.$$

» Cela posé, l'équation (3), dont la seconde parenthèse se réduit, pour $r = \mathrm{R}$, à son dernier terme (connu), s'intègre par une méthode exposée à la page 413 de l'Ouvrage de 1885 cité plus haut, et la condition relative à $r = \mathrm{R}$ fait connaître ensuite φ_0. Il vient

$$(6)\qquad \begin{cases} r\varphi - \mathrm{R}\varphi_0 + \dfrac{3\varepsilon}{2\rho}\mathrm{R}s = \dfrac{3\varepsilon\mathrm{R}}{\rho\sqrt{2\pi}}\displaystyle\int_0^\infty \mathrm{F}\left[t - \frac{\rho}{\varepsilon}\frac{(r-\mathrm{R})^2}{2\alpha^2}\right]e^{-\frac{\alpha^2}{2}}d\alpha, \\ \varphi_0 = -\dfrac{\mathrm{R}^2}{2}\mathrm{F}'(t) - \dfrac{3\mathrm{R}}{\sqrt{2\pi}}\displaystyle\int_0^\infty \mathrm{F}'\left(t - \frac{\rho}{\varepsilon}\frac{\alpha^2}{2}\right)d\alpha; \end{cases}$$

équations d'où résultent bien, pour r infini, une valeur de $r\varphi$ finie et, par suite, une valeur de φ évanouissante, du moins si $F(-\infty) = \text{const.}$, ou si la sphère a débuté par le repos. Et l'on a, d'après (5),

$$(7)\quad \left\{ \begin{aligned} \text{Résistance} &= 6\pi\varepsilon \mathrm{RV} + \frac{m}{2}\frac{d\mathrm{V}}{dt} + 6\sqrt{2\pi}\rho \mathrm{R}^2 \int_0^\infty \mathrm{F}''\left(t - \frac{\rho}{\varepsilon}\frac{\alpha^2}{2}\right) d\alpha \\ &= 6\pi\varepsilon \mathrm{RV} + \frac{m}{2}\frac{d\mathrm{V}}{dt} + 6\sqrt{\pi\rho\varepsilon}\,\mathrm{R}^2 \int_{-\infty}^{t} \frac{\mathrm{F}''(\tau)\,d\tau}{\sqrt{t-\tau}}. \end{aligned} \right.$$

» La résistance *actuelle* comprend donc des parties dues aux *anciens accroissements* $\mathrm{F}''(\tau)\,d\tau = d\mathrm{V}$ de la vitesse, et ces parties sont inverses de la racine carrée du temps écoulé $t - \tau$.

» Quand la vitesse est, depuis assez longtemps, de la forme $\mathrm{F}'(t) = \cos kt$, l'intégration se fait aisément, et l'on trouve

$$(8)\qquad \text{Résistance} = 6\pi\varepsilon \mathrm{RV}\left(1 + \mathrm{R}\sqrt{\frac{\rho k}{2\varepsilon}}\right) + \frac{m}{2}\frac{d\mathrm{V}}{dt}\left(1 + \frac{9}{2\mathrm{R}}\sqrt{\frac{2\varepsilon}{\rho k}}\right),$$

résultat particulier obtenu (d'une manière bien moins simple), dès 1851, par Stokes (*Trans. de Cambridge*, t. IX; Mém. sur le *Pendule*, form. 51), et qui, en y faisant $\varepsilon = 0$, reproduit celui de Poisson (*Mém. de l'Acad.*, 1832, p. 570).

» Dans le cas de translations quelconques de la sphère, on superposera les trois solutions correspondant à ses vitesses suivant les axes des x, y, z.

» II. Si l'on réduit, dans (1), (2), etc., les coordonnées x, y, z à x, y, et les vitesses u, v, w à u, v, la sphère est remplacée par un cylindre, de rayon R autour de l'axe des z, animé suivant les x de la vitesse $\mathrm{V} = s' = \mathrm{F}'(t)$. La même marche donne, au lieu de (6), en prenant ici $\varphi_0 = 0$,

$$(9)\quad \left\{ \begin{aligned} &\varphi - f(t)\log\frac{r}{\mathrm{R}} + 2\frac{\varepsilon}{\rho}s = \int_0^\infty \psi\left(t - \frac{\rho}{\varepsilon}\frac{r^2}{2\alpha^2}\right) e^{-\frac{\alpha^2}{2}}\frac{d\alpha}{\alpha}, \\ &\text{avec} \\ &2\frac{\varepsilon}{\rho}s = \int_0^\infty \psi\left(t - \frac{\rho}{\varepsilon}\frac{\mathrm{R}^2}{2\alpha^2}\right) e^{-\frac{\alpha^2}{2}}\frac{d\alpha}{\alpha} \quad \text{ou} \quad \chi,\ \frac{f(t)}{\mathrm{R}^2} = \mathrm{V} - \frac{1}{\mathrm{R}}\frac{d\chi}{d\mathrm{R}}, \end{aligned} \right.$$

équations dont les deux dernières servent à déterminer, l'une, la fonction $\psi(t)$, l'autre la fonction $f(t)$. La résistance qu'éprouve le cylindre vaut, d'ailleurs, le produit de la masse d'un volume fluide égal au sien par le facteur $2\frac{f'(t)}{\mathrm{R}^2} - \frac{d\mathrm{V}}{dt}$. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur la polhodie.* Note de M. A. MANNHEIM.

« *Dans sa théorie nouvelle de la rotation des corps,* Poinsot a introduit deux courbes : la polhodie (s), l'herpolhodie (σ). La première de ces courbes est, sur *l'ellipsoïde central,* le lieu des points qui deviennent les points de contact de cette surface et d'un plan fixe, lorsque, suivant l'expression de Poinsot, « cet ellipsoïde, dont le centre est retenu immobile au même point de l'espace, roule sans glisser sur ce plan fixe », et l'herpolhodie (σ) est le lieu des points de contact de cet ellipsoïde et du plan fixe.

» Des deux cônes qui ont pour sommet commun le centre o de l'ellipsoïde et pour directrices les courbes (s) et (σ), celui qui a pour base (σ) est immobile. L'autre, qui est du second degré, comme l'a démontré Poinsot, roule sur le premier pendant le déplacement de l'ellipsoïde central.

» Au lieu de prendre le déplacement de l'ellipsoïde central, je vais considérer le déplacement d'un ellipsoïde quelconque et étudier géométriquement les courbes analogues à (s) et (σ).

» Je montrerai que l'herpolhodie relative à un ellipsoïde quelconque peut avoir des points d'inflexion ; mais qu'il n'en est pas de même de l'herpolhodie de Poinsot. M. de Sparre, dans une Note récente (*Comptes rendus,* 24 novembre 1884), a le premier remarqué que l'herpolhodie de Poinsot n'a ni points de rebroussement, ni points d'inflexion et, par suite, qu'elle n'est pas ondulée, comme Poinsot l'a écrit, sans le démontrer. Tous les auteurs qui ont publié des Traités de Mécanique ayant reproduit l'opinion de Poinsot, la remarque de M. de Sparre est extrêmement intéressante et mérite de fixer l'attention. Quoique M. de Sparre ait annoncé sur ce sujet la publication d'un Mémoire dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles,* je crois utile de montrer, dès à présent, comment on peut arriver à son résultat par une voie purement géométrique.

» Dans la Communication d'aujourd'hui, je devrai me borner à établir quelques résultats relatifs à la polhodie, qui me seront nécessaires dans la suite.

» Du centre o d'un ellipsoïde (E), décrivons une sphère (S) dont la grandeur h du rayon est comprise entre la moitié du petit axe de l'ellipsoïde et la moitié du grand axe de cette surface.

» La polhodie n'est autre que la courbe de contact de (E) avec la surface développable circonscrite à cette surface et à la sphère (S).

» Il résulte de cette génération que la polhodie est l'intersection de (E) et de l'ellipsoïde, polaire réciproque de (S) par rapport à (E) ([1]).

» Ces deux ellipsoïdes concentriques ont leurs axes dirigés suivant les mêmes droites; l'un des cônes du second degré qui contient leur courbe d'intersection a alors son sommet au centre o et a les mêmes plans principaux que (E). On retrouve ainsi cette propriété rappelée plus haut : *le cône dont le sommet est au centre o et qui a pour directrice la polhodie (s) est un cône du second degré qui a les mêmes plans principaux que* (E).

» Par suite la polhodie se projette sur ces plans principaux suivant des arcs de coniques; *elle n'a ni rayon de courbure nul, ni rayon de courbure infini.*

» Cherchons *le plan osculateur en un point quelconque m de la polhodie* (*s*).

» Appelons *p* le pied de la perpendiculaire abaissée du centre o sur le plan tangent en *m* à l'ellipsoïde. Les points *p* et *m* sont les points de contact d'un plan tangent commun à (E) et (S).

» Si l'on déplace infiniment peu ce plan tangent, de façon qu'il reste tangent à (E) et (S), il a pour caractéristique la droite *pm*, génératrice de la surface développable circonscrite à ces deux surfaces. Après un nouveau déplacement, il coupe *pm* au point *r*, où cette droite touche l'arête de rebroussement de cette surface développable. Le point *r* étant l'intersection de plans qui touchent (E) en trois points infiniment voisins sur (*s*) est alors le sommet du cône circonscrit à (E) dont le plan de la courbe de contact est le plan osculateur de la polhodie en *m*. Autrement dit : *le point r est, par rapport à l'ellipsoïde, le pôle du plan osculateur de la polhodie en m.*

» Le problème de la construction de ce plan osculateur est ainsi ramené à la détermination du point *r*.

» Cherchons ce point :

» Prenons la normalie à (E), qui a pour directrice la polhodie (*s*). La tangente *mt* à la polhodie étant conjuguée de *pm*, le plan normal à (E), mené par cette dernière droite, est un plan central de cette normalie ([2]).

» Il la touche alors en un point *e*, qui est le point central sur la normale en *m* à (E).

» Déplaçons infiniment peu ce plan normal, de façon que, restant normal à (E), il passe par la génératrice de la surface développable, qui est infiniment voisine de *pm*. La caractéristique de ce plan, d'après une pro-

---

([1]) Voir *Traité des propriétés projectives* de Poncelet, t. II, p. 90.

([2]) *Voir* mon *Cours de Géométrie descriptive*, p. 300.

priété connue ([1]), passe par le point o, par le point e et par le point r.

» *Le point r s'obtient donc en prenant le point de rencontre de pm et du diamètre de l'ellipsoïde qui contient le point central e.*

» Connaissant r, on prend le plan polaire de ce point par rapport à (E) et l'on a le plan osculateur cherché de la polhodie.

» Cherchons l'expression de la *distance centrale me* qui nous sera utile plus tard.

» Pour cela, il suffit d'appliquer ces théorèmes connus :

» *Le produit de la distance centrale me, par le rayon de courbure de la section faite dans* (E) *par le plan normal à cette surface mené par pm, est égal au produit des rayons de courbure principaux de* (E) *en m* ([2]).

» *Le rayon de courbure d'une section normale à* (E) *en m est égal au carré du demi-diamètre parallèle à la tangente en m, divisé par la distance du centre o au plan tangent en ce point à* (E).

» On trouve facilement que :

» *La distance centrale me est égale au rayon de courbure de la section normale en m à* (E) *menée par mt, multiplié par le carré du sinus de l'angle compris entre mt et mp, c'est-à-dire que cette distance centrale est égale à* $\frac{l^2}{h}$, en représentant par l la longueur de la perpendiculaire abaissée de l'extrémité du diamètre parallèle à mt sur le diamètre parallèle à pm.

» Dans une prochaine Communication, je m'occuperai de l'herpolhodie. »

PHYSIQUE. — *Liquéfaction et solidification du formène* ([3]) *et du deutoxyde d'azote*. Note de M. K. OLSZEWSKI.

« *Formène*. — Le formène préparé de la manière ordinaire, en chauffant un mélange d'acétate de soude, d'hydrate de soude et d'hydrate de chaux, contient de la vapeur d'acétone, ainsi que de l'hydrogène. Il est

---

([1]) *Loc. cit.*, p. 277.

([2]) Voir mon *Mémoire sur les pinceaux de droites* (*Journal de Liouville*, 2e série, t. XVII, théorème XLV).

([3]) Le formène, liquéfié d'abord par M. Cailletet, a été l'objet d'une étude exacte de M. Wroblewski. Avant de connaître sa Note, j'avais l'intention de faire les expériences que je résume aujourd'hui. Je n'ai pas abandonné mon projet, parce que ce gaz n'a pas été solidifié jusqu'à présent, et parce que le formène qui servait aux expériences de M. Wroblewski n'était pas complètement pur.

facile de lui enlever l'acétone, en le faisant passer par des tubes refroidis contenant des perles de verre mouillées avec de l'eau, mais la séparation de l'hydrogène présente des difficultés bien plus sérieuses. Aussi le procédé le plus convenable pour obtenir du formène est peut-être celui de MM. Gladstone et Tribe (1), fondé sur la décomposition d'un mélange d'iodure de méthyle et d'alcool, au moyen d'un couple zinc-cuivre. Le formène obtenu de cette manière ne contient pas d'hydrogène, mais de la vapeur d'iodure de méthyle qui ne peut être enlevée facilement. Dans les expériences que j'ai exécutées avec le formène, j'employais le gaz préparé soit par un procédé, soit par l'autre, afin de contrôler mes résultats et d'obtenir des nombres convenant au formène pur. Or la détermination du point critique et des températures de liquéfaction qui correspondent à de hautes pressions a donné toujours des résultats concordants, à la condition de soumettre le formène liquéfié, préparé au moyen de l'acétate de soude, à l'ébullition qui lui enlève l'hydrogène. Pour déterminer le point de solidification, j'employais le gaz obtenu au moyen de l'acétate de soude, parce que la vapeur d'iodure de méthyle, que contient le formène préparé par le second procédé, se solidifie plus facilement et empêche la détermination exacte du point de solidification du formène.

» Voici les résultats de mes expériences :

Pression.	Température.	Pression.	Température.
atm	°	atm	°
54,9	— 81,8 (2)	6,2	—138,5
49,0	— 85,4	2,24	—153,8
40,0	— 93,3	1,0	—164,0
26,3	—105,8	80mm de mercure	—185,8 (3)
21,4	—110,6	5 »	—201,5
11,0	—126,8		

» Quand on abaisse la pression jusqu'à 80mm, le formène liquide commence à se congeler. Si l'on continue à abaisser la pression, il forme une masse blanche, neigeuse.

» *Deutoxyde d'azote*. — J'ai préparé le deutoxyde d'azote en chauffant le sulfate de protoxyde de fer avec l'acide azotique dilué.

» Les expériences avec ce gaz sont difficiles, parce qu'il faut éviter l'accès

(1) *Journ. Chem. Soc.*, 258, p. 154.

(2) Point critique.

(3) Point de solidification.

de l'air et la formation de l'acide hypoazotique qui attaque les parties métalliques de l'appareil. Aussi je plaçais des morceaux d'hydrate de potasse dans la bouteille de Natterer; puis, après y avoir fait le vide, j'y condensais l'oxyde d'azote jusqu'à 80^{atm}.

» J'ai liquéfié ce gaz dans l'appareil qui m'avait servi à la liquéfaction de l'azote et d'autres gaz, au moyen de l'éthylène s'évaporant sous pression faible.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

Pression.	Température.	Pression.	Température.
atm	o	atm	o
71,2	− 93,5 [1]	10,6	−129,0
57,8	− 97,5	5,4	−138,0
49,9	−100,9	1,0	−153,6
41,0	−105,0	138^{mm} de mercure	−167,0 [2]
31,6	−110,0	18 »	−176,5
20,0	−119,0		

» Si l'on a évacué soigneusement l'air de l'appareil, le deutoxyde d'azote liquéfié est un liquide incolore; dans le cas contraire, il possède une couleur verdâtre, qui tient à une petite quantité d'acide azoteux anhydre. On voit que ce n'est qu'à la température de — 153°,6, correspondant à la pression de 138^{mm} de mercure, que le bioxyde d'azote commence à se solidifier; puis il forme une masse complètement neigeuse. A la pression de $71^{atm},2$ le ménisque était déjà peu visible, mais il n'a pas disparu totalement; je n'ai pas porté plus haut la température et la pression, dans la crainte de faire éclater mon tube de grand diamètre.

» En comparant la courbe de liquéfaction du deutoxyde d'azote avec celles de l'azote, de l'oxyde de carbone, de l'oxygène et du formène, on reconnaît très facilement que la pression du deutoxyde d'azote augmente plus rapidement avec la température que celle des autres gaz. L'anomalie de ce gaz est surtout visible, lorsqu'on trace sa courbe de liquéfaction à côté de celle du formène; on voit que la température d'ébullition du deutoxyde d'azote, sous la pression d'une atmosphère, surpasse de 10°,4 la température correspondante du formène; tandis que la température de liquéfaction, sous la pression de 49^{atm}, est inférieure de 15° à celle du formène. Les courbes de liquéfaction de ces deux gaz se coupent en un point dont les coordonnées sont 8^{atm} et — 132°.

(1) Point critique.
(2) Point de solidification.

» On serait tenté d'expliquer cette anomalie en supposant que la composition moléculaire du deutoxyde d'azote, à des températures très basses, diffère de la composition à la température ordinaire, qui est donnée par la formule NO. Elle pourrait être plus complexe, et le gaz éprouverait une dissociation à mesure que sa température s'élèverait jusqu'à la température ordinaire. Pour décider la question, il faudrait déterminer la densité du gaz à des températures très basses; c'est ce que je me propose de faire prochainement. »

M. **Cailletet** remarque qu'il a fait connaître, le premier, les procédés de liquéfaction de l'éthylène et du formène, ainsi que l'emploi de ces gaz condensés pour obtenir la liquéfaction de l'oxygène et des autres gaz regardés comme permanents.

M. Cailletet a déterminé le point critique de l'éthylène et la tension de ce gaz à diverses températures (¹); il a constaté ensuite que le formène, « légèrement comprimé et refroidi dans l'éthylène bouillant sous la pression atmosphérique, se résout en un liquide extrêmement mobile qui, en repassant à l'état gazeux, donne un froid suffisant pour liquéfier immédiatement l'oxygène ».

M. Cailletet a pris soin de faire observer que les nombres qu'il a publiés ne peuvent être acceptés qu'avec réserve, parce que toutes les méthodes de préparation de l'éthylène et du formène sont loin de donner des gaz purs, et l'on sait, d'après les expériences mêmes de M. Cailletet (²), qu'il suffit d'une très petite quantité d'un gaz étranger pour modifier singulièrement le point critique qu'on cherche à déterminer.

C'est par ces raisons, et à cause des incertitudes que présente la mesure de températures aussi basses, que M. Cailletet n'a pas cru devoir publier toutes les déterminations numériques qu'il a effectuées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amides du groupe oxalo-adipique.* Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Friedel.

« Les amides, corps solides en général et moins fusibles que les acides correspondants, m'ont paru propres à montrer la différence alternante de

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1224, et t. XCVIII, p. 1565.

(²) *Comptes rendus*, t. XC, p. 210.

propriétés que l'on constate au point de vue physique, dans le groupe *oxalo-adipique*, entre les termes *pairs* et *impairs*, quant au carbone.

» J'en ai repris l'étude ainsi que celle des dérivés biméthyliques symétriques correspondants.

» I. *Amides simples* $\begin{matrix} OC-AzH^2 \\ | \\ (CH^2)n \\ | \\ OC-AzH^2 \end{matrix}$. — On ne connaît jusqu'ici que les amides oxalique, malonique et succinique; pour compléter la série, j'ai dû préparer les amides pyrotartrique et adipique normales [1].

» Afin de les rendre comparables, quant à leur aspect physique, je les ai fait toutes cristalliser de leurs solutions dans l'eau à chaud, par refroidissement.

» En voici la description succincte :

» *Amide oxalique* C – C. — Corps d'aspect farineux, poussière cristalline, se présente au microscope comme un amas de bâtonnets prismatiques. Infusible; soluble à 7°,3 dans 2700 parties d'eau.

» *Amide malonique* C – CH² – CH. — Corps nettement cristallin; cristallise de l'eau en aiguilles; peut être obtenu, lors de sa formation au sein de l'ammoniaque, en cristaux mesurables d'apparence octaédrique. Fusible à 168°-170°; soluble à 8° dans 12 parties d'eau.

» *Amide succinique* $C-(CH^2)^2-C$. — Poussière cristalline; petites aiguilles. Fusible à 242°-243°; soluble à 9°,1 dans 160 parties d'eau.

» *Amide pyrotartrique* $C-(CH^2)^3-C$. — Lames susceptibles d'acquérir d'assez grandes dimensions. Fusible à 175°; soluble à 10°,4 dans 14 parties d'eau.

» *Amide adipique* $C-(CH^2)^4-C$. — Petits mamelons ou poussière cristalline. Fusible à 220°; soluble à 12°,2 dans 227 parties d'eau.

» D'après ces données, la série des amides oxalo-adipiques peut être répartie, quant à la quantité de carbone et quant aux propriétés physiques, en deux groupes, représentant chacun deux types différents :

» *a*. Le groupe des *amides paires* ou type *micro-cristallin*, corps qui se séparent de leurs solutions chaudes en poudre ou en aiguilles cristallines

---

(1) J'ai obtenu ces amides, selon la méthode habituelle, par l'action de l'ammoniaque en solution aqueuse concentrée sur les éthers, à la température ordinaire. La réaction, qu est instantanée avec les éthers oxaliques, assez rapide avec ceux de l'acide malonique, devient lente à partir de l'acide succinique; elle est en tout cas beaucoup plus aisée avec les éthers méthyliques qu'avec les éthers éthyliques.

de petite dimension, relativement peu fusibles et peu solubles dans l'eau. Ce sont les amides :

Oxalique.	Infusible
Succinique.	Fusible à 243°-245°
Adipique.	Fusible à 220°

» La fusibilité augmente, dans ce groupe, comme dans celui des acides correspondants, à mesure que le carbone est plus abondant dans la molécule; il en doit être ainsi : l'existence, dans celle-ci, de chaînons CH^2, de plus en plus nombreux, lui communique, d'une manière proportionnelle, le caractère hydrocarbure.

» *b*. Le groupe des *amides impaires* ou type *macro-cristallin*. Corps d'aspect extérieur véritablement cristallin, relativement fusibles et solubles dans l'eau. Ce sont les amides malonique (fusion 168°-170°) et pyrotartrique (fusion 175°).

» La différence entre les amides *paires* et les amides *impaires* se manifeste à l'évidence au moment de leur formation par l'action de l'ammoniaque aqueuse sur les éthers correspondants : les amides *paires* constituent des poudres *farineuses*, ayant tout à fait l'aspect d'un précipité amorphe; les amides *impaires*, au contraire, affectent l'état cristallin d'une manière parfaite et peuvent même constituer des cristaux de grande dimension.

» On sait combien l'addition d'un chaînon CH^2 à un des termes de cette série en modifie profondément les propriétés physiques et en sens inverse suivant que l'on passe d'un terme *pair* à un terme *impair* et *vice versa*.

» Si l'on embrasse la série totale, on sait que cette influence de l'addition successive du chaînon CH^2 est à son maximum entre C^2 et C^3, et il en doit être ainsi; à cet étage, l'addition de CH^2 transforme un composé exclusivement *amide* en un composé remplissant de plus la fonction hydrocarbure; à partir de ce point, tout en restant considérable, l'influence de l'addition de CH^2 s'affaiblit et paraît même décroître à mesure qu'elle s'exerce sur des composés plus carbonés; c'est ce qui résulte du Tableau suivant :

	Point de fusion.	Différence.
Oxamide : C^2-C.	Infusible.	
Malonamide : $C-CH^2-C$.	168°-170°	Considérable.
Succinamide : $C-(CH^2)^2-C$.	243°-245°	+ 72°
Pyrotartramide : $C-(CH^2)^3-C$. . . .	175°	— 68°
Adipamide : $C-(CH^2)^4-C$.	220°	+ 45°

» II. *Amides biméthyliques symétriques* $(CH^3 - HAz - CO)^2 = (CH^2)^n$. — On n'a signalé jusqu'ici que les dérivés oxalique et succinique.

» J'ai préparé les trois autres, malonique, pyrotartrique et adipique, par la réaction de la méthylamine, en solution aqueuse, à 33 pour 100, sur les éthers éthyliques, à la température ordinaire. Il est à remarquer que la réaction de la méthylamine est beaucoup plus rapide que celle de l'ammoniaque elle-même.

» Toutes ces amides biméthyliques cristallisent régulièrement, en lames, lamelles ou aiguilles; elles sont toutes beaucoup plus solubles dans l'eau que les amides simples correspondantes. Je n'en citerai qu'un exemple : tandis que l'*oxamide* nécessite 27,00 parties d'eau pour se dissoudre, la *diméthyloxamide* $\begin{matrix} OC-AzH(CH^3) \\ | \\ OC-AzH(CH^3) \end{matrix}$ n'en exige à 9°,4 que 41.

» Les amides *impaires* sont *très solubles* dans l'eau. Le rapport de solubilité est donc conservé entre les *amides paires* et les *amides impaires;* mais, celles-ci étant trop aisément solubles, je n'ai pas pu préciser par des chiffres ce rapport.

» Les amides biméthyliques sont aussi en général beaucoup plus fusibles que les amides simples; leur point de fusion s'écarte peu de celui des acides correspondants, quelquefois même il en est très rapproché, notamment pour les amides *paires*.

» Les points de fusion de ces différents corps sont les suivants :

Série paire.	Point de fusion.	Série impaire.	Point de fusion.
Dérivé oxalique C^2	209°-210°	Dérivé malonique C^3	123°-125°
» succinique C^4	175	» pyrotartrique C^5	113-115
» adipique C^6	151-153		

» On voit donc se maintenir dans cet ordre de composés, quant à la fusibilité, la différence alternante entre les termes *pairs* et les termes *impairs* signalés précédemment. »

J. J.

La séance est levée à 3 heures et demie.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. ROLLAND.

Discours de M. Phillips,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» Je viens, au nom de l'Académie des Sciences, adresser un suprême adieu à l'éminent Confrère que nous venons d'avoir la douleur de perdre.

» M. Eugène Rolland, né à Metz en 1812, entra en 1832, au sortir de l'École Polytechnique, dans l'Administration des tabacs. C'était en 1831 qu'il avait été décidé, vu la nécessité d'améliorer une fabrication restée en arrière des progrès récents de la Mécanique, de recruter à l'avenir les ingénieurs de ce service parmi les élèves de cette École. A cette époque, en effet, les Manufactures des tabacs étaient pourvues d'un outillage tout à fait primitif; la plupart des opérations s'effectuaient encore à bras d'homme. Aujourd'hui, grâce à M. Rolland, elles ont subi une transformation radicale au point de vue de la disposition d'ensemble, des agencements, des installations mécaniques, des mesures de précaution pour la sécurité du travail et l'hygiène des ateliers, et elles peuvent rivaliser avec les établissements industriels les plus parfaits. Près de trente années de la vie de notre Confrère ont été consacrées à cette œuvre immense et pleine de difficultés. Il fallut tout créer, même le personnel nécessaire pour l'étude des projets et l'exécution des travaux. Dans ces conditions, M. Rolland transforma successivement l'outillage mécanique des manufactures de Lyon, du Havre et de Lille, construisit des entrepôts et des ateliers de manutention à Benfeld, Haguenau, Colmar, Faulquemont, etc., etc., établit enfin les grandes manufactures de Strasbourg et de Châteauroux. Celles-ci furent munies de l'outillage le plus perfectionné, et servirent de types aux usines qui furent créées ensuite à Nantes, Metz, Nancy, Marseille, Tonneins, Riom, Dijon, etc., etc.

» En même temps qu'il opérait, par l'introduction de ses outillages nouveaux, une véritable révolution dans le service public des tabacs, M. Rolland était chargé de l'expliquer aux élèves sortant de l'École Polytechnique, en leur faisant un cours de Fabrication et Mécanique appliquée.

Les leçons d'un tel maître ont puissamment contribué à former ce corps d'ingénieurs distingués, chez lesquels la vraie science s'appuie sur les enseignements de l'expérience.

» En 1860, M. Rolland fut choisi comme Directeur général des Manufactures de l'État. Dans ces hautes fonctions, ce savant, cet inventeur fut un administrateur modèle. Il considéra le grand service qui lui était confié comme une vaste exploitation industrielle. Il étudia minutieusement toutes les questions de dépense, ne laissant aucune part à l'imprévu dans les devis des constructions nouvelles. D'un autre côté, il régla les salaires de façon à assurer au travail une rémunération équitable. Il prit les mesures nécessaires pour garantir aux ouvriers une retraite, et créa dans les manufactures des écoles pour les adultes, des salles d'asile et des crèches pour les enfants.

» Pendant cette phase militante de sa carrière, M. Rolland avait été conduit à faire de nombreuses expériences et des études théoriques très variées. Il avait pu accumuler ainsi des matériaux d'un grand intérêt pour les progrès ultérieurs de certaines parties de la Mécanique, matériaux qu'il s'empressa de mettre en œuvre dès qu'il put trouver le temps disponible. De là sont sortis les Mémoires qu'il soumit successivement à l'Académie, Mémoires que l'illustre Poncelet tenait en haute estime et qui lui valurent, avec l'ensemble de ses autres travaux, l'honneur d'être élu Membre de l'Académie des Sciences, dans la Section de Mécanique, le 18 mars 1872, en remplacement du général Piobert.

» Comme savant, M. Rolland appartient essentiellement à l'école de son maître et ami Poncelet, le créateur de la Mécanique appliquée. Ses travaux, en effet, ont eu pour objet principal de rendre plus intimes les liens qui unissent la science pure à la pratique des ateliers, de faire disparaître les désaccords que les constructeurs invoquent parfois comme une preuve de l'impuissance de la théorie, enfin de trouver des solutions et des formules d'une application facile et immédiate.

» Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails circonstanciés et scientifiques sur ses travaux. Je me bornerai à indiquer les suivants. Je citerai d'abord son Mémoire sur le torréfacteur mécanique de son invention, dont l'emploi, étendu aujourd'hui à toutes les manufactures, donne au Trésor une économie considérable et qui, de plus, a le grand avantage de mettre les ouvriers à l'abri des émanations insalubres qui accompagnaient les anciens systèmes. Je citerai encore son Mémoire sur la réglementation de la température dans les fourneaux ou réservoirs quelconques traversés par

un flux variable de chaleur, et sur le thermo-régulateur qui permet d'atteindre le but cherché, même en se mettant à l'abri de l'influence exercée par les variations de la pression atmosphérique. Je ne puis non plus passer sous silence son Mémoire sur l'établissement des régulateurs de la vitesse, donnant une solution rigoureuse du problème de l'isochronisme au moyen de ses régulateurs à boules conjuguées, sans emploi de ressorts ni de contrepoids variable et dans lequel il a nettement établi, pour ces régulateurs, la cause de cette perturbation fâcheuse connue sous le nom d'*oscillations à longues périodes*. Enfin, je mentionnerai encore son procédé, en collaboration avec M. Schlœsing, pour la fabrication du carbonate de soude par la réaction du bicarbonate d'ammoniaque sur le sel marin, belle invention appliquée maintenant avec succès. A la dernière exposition universelle de Vienne et quoique MM. Rolland et Schlœsing ne fussent pas exposants, le jury a trouvé équitable de leur décerner, pour cette remarquable méthode, un diplôme d'honneur.

» Après avoir énuméré d'une manière succincte les titres du savant éminent, il importe de parler de l'homme. Vous l'avez tous connu, Messieurs, non seulement comme Confrère, mais alors que, si récemment encore, il nous présidait. Vous avez pu juger à quel haut degré il portait le souci de son devoir, quand, miné déjà par un mal cruel, il venait régulièrement chaque lundi s'asseoir au fauteuil. Beaucoup d'entre nous ont pu aussi, maintes fois, dans les réunions des Commissions, apprécier son jugement droit et sain, ses vues éclairées et ses conseils souvent suivis. Il présidait encore la Séance publique annuelle des cinq Académies le 25 octobre 1884, ainsi que la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences du 23 février dernier. Maintenant il n'est plus, mais le souvenir de cet homme de bien, dont toute la vie a été consacrée au devoir et à la Science, vivra parmi nous.

» Puissent nos hommages, en ce jour de deuil, apporter quelque adoucissement au profond chagrin de sa veuve et de ses enfants.

» Adieu, cher et regretté Confrère, adieu ! »

Discours de M. Schlœsing,

Membre de l'Institut,

au nom des ingénieurs des manufactures de l'État.

« Messieurs,

» Au nom des Ingénieurs des manufactures de l'État qui ont servi sous les ordres de M. Rolland, je suis appelé, comme l'un des plus anciens parmi eux, à rendre un dernier hommage à sa mémoire. Honoré de son amitié pendant quarante ans, uni à lui par la collaboration scientifique, j'ai eu le privilège de le connaître de près et de pouvoir apprécier en lui l'ingénieur, le chef d'un grand service public et l'homme privé.

» Ce fut à Strasbourg, sa première résidence, que M. Rolland révéla son goût et ses aptitudes pour la Mécanique. Ce fut là qu'il imagina son torréfacteur, appareil qu'il a aimé comme le premier-né de son génie inventif et qu'il a perfectionné sans relâche. L'outillage des manufactures de tabacs était alors fort élémentaire; M. Rolland entreprit de l'améliorer et poursuivit cette œuvre avec tant d'ardeur et de succès, que l'Administration jugea bientôt de son intérêt de l'appeler auprès d'elle. Elle concentra dans ses mains tous les travaux ayant trait au Génie civil et créa pour lui le service central des Constructions et Machines.

» Investi de ces importantes fonctions, M. Rolland se livra plus que jamais aux études théoriques et pratiques, de détail et d'ensemble, sur toutes les parties de son service, machines motrices, machines-outils, architecture des bâtiments, agencements mécaniques, chauffage, ventilation, hygiène des ateliers. Ces études, il les a poursuivies pendant toute sa carrière et a fini par en constituer un véritable trésor où ont puisé les ingénieurs formés à son école.

» Les premiers pas furent difficiles; il fallait entrer de plain-pied dans la pratique, sans la préparation ordinaire; il fallait devenir maître, sans avoir été élève. Mais M. Rolland étudia si bien ses projets qu'il traversa toutes les difficultés sans un échec.

» Il acquit bientôt sur les chantiers tout le savoir des praticiens, et, comme il continuait ses études théoriques, il grandit vite et devint, en quelques années, cet ingénieur complet, tenu en si haute estime par ses camarades. D'une prudence achevée, à tel point scrupuleux dans ses projets que les dépenses n'excédaient jamais ses prévisions, il ne connut pas

ces mécomptes qu'essuient bien souvent les ingénieurs les plus expérimentés. Il était rarement satisfait de son œuvre qu'il voulait parfaite; et cependant il possédait au plus haut degré l'art de concilier dans la juste mesure toutes les exigences, nombreuses et parfois opposées, qui se rencontrent dans la construction des grands établissements industriels. Les manufactures de Strasbourg, de Châteauroux et d'autres, construites par lui ou, sous sa direction, par ses élèves, sont de vrais modèles à proposer aux ingénieurs qui érigent des usines.

» Les esprits supérieurs dominent nécessairement dans les milieux où s'exerce leur activité. M. Rolland occupait déjà et sans conteste le premier rang parmi ses camarades de tout âge, lorsque, en 1860, l'Administration des tabacs recouvrant son ancienne autonomie, la direction générale lui en fut confiée. Le personnel tout entier salua avec joie son avènement; lui seul éprouvait quelque tristesse en quittant ses travaux préférés.

» On a remarqué que les ingénieurs éminents deviennent sans effort des administrateurs de premier ordre : cette observation s'applique sans restriction à M. Rolland.

» Abandonnant le point de vue exclusivement fiscal, trop étroit, où l'on s'était placé avant lui, il s'efforça d'imprimer à l'ensemble de ses services une allure vraiment digne d'une grande exploitation à la fois commerciale et industrielle. Il ne craignit pas d'engager des dépenses qui auraient fait reculer ses prédécesseurs : l'étonnante prospérité amenée par cette large manière de concevoir le monopole prouva qu'il ne se trompait pas.

» Je ne puis suivre M. Rolland dans une carrière administrative qui a embrassé vingt-deux ans; mais je dois rappeler l'intérêt qu'il prit toujours au bien-être des vingt mille ouvriers de nos établissements. Il eut le bonheur d'instituer à leur profit la caisse de retraites pour la vieillesse, avec des conditions très favorables aux déposants, conditions que son successeur, M. Regnault, vient de rendre plus avantageuses encore; il créa les classes d'adultes, les salles d'asile et les crèches de nos manufactures. Il faut dire encore que les sollicitations qu'il eut à essuyer, comme tout haut fonctionnaire, ne purent jamais ébranler son sentiment profond de la justice, ni lui imposer un acte qui n'eût pas été strictement conforme aux intérêts qu'il avait mission de défendre.

» Cependant M. Rolland ne perdait pas la Science de vue; il publiait ses travaux sur les régulateurs, et l'Académie le recevait dans son sein.

» Après plus de cinquante années consacrées au service de l'État, l'heure de la retraite arriva. La santé de M. Rolland était sérieusement atteinte,

malgré les soins si [illegible]ifs, si dévonés de la digne compagne associée à sa vie. Il reçut alors [illegible] dernière récompense de ses longs et brillants services, la croix de [illegible]-officier et le titre de Directeur général honoraire. L'Académie, à [illegible]our, lui décernait une suprême gloire et l'appelait à sa [illegible]ce.

[illegible] qui n'aurait connu M. Rolland que dans l'exercice de ses fonctions [illegible]erait fait une idée très fausse de son caractère. Autant il était fe[illegible]igilant dans ses rapports de service avec son personnel, autant il ét[illegible]onnaire dans la vie privée. Cette figure sérieuse, sévère même du [illegible]ur général, devant laquelle on n'était pas toujours à l'aise, changeait singulièrement quand elle reprenait son expression naturelle. Car M. Rolland était bon, sensible, aimant, d'humeur enjouée, très serviable. Homme du monde, affable et causant avec esprit, possédant de belles relations, il aurait pu se répandre au dehors et jouir de ses avantages. Il préféra son intérieur, où il trouvait tour à tour les joies de la famille et celles du travail. M[me] Rolland l'avait aidé à établir entre tous les siens une admirable union, un dévouement sans bornes. Chez lui, il était vénéré; chacun s'ingéniait à lui plaire. Mais il n'abusait guère de cet empire; son bonheur était de partager les jeux de ses petits enfants, et le dernier d'entre eux était souvent son maître. Mais je ne veux pas rappeler des souvenirs propres à raviver chez les siens une douleur qu'il vaut mieux contenir ici.

» Cher maître, cher ami, nous vous rendons tous d'une voix unanime le plus beau témoignage qu'un homme puisse souhaiter : votre vie, tout entière consacrée au travail et à la Science, a été bien remplie et féconde. Vous laissez aujourd'hui une famille et des amis désolés; mais vous n'êtes pas perdu pour eux; ils espèrent vous retrouver un jour dans ces demeures inconnues où vous venez d'entrer. »

ERRATA.

(Séance du 30 mars 1885.)

Page 900, dernière ligne, *au lieu de* méridien, *lisez* miroir.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AVRIL 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Théorèmes relatifs à l'actinométrie des plaques mobiles;* par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.

« 1. L'idée de cette étude m'a été suggérée par la circonstance suivante. En voyant un jour osciller comme un pendule un vase suspendu par son anse, en recevant la pluie, j'eus la curiosité de chercher par le calcul comment le mouvement influençait la quantité d'eau recueillie par cette sorte d'udomètre. En élargissant ensuite progressivement la question, j'ai rencontré quelques propriétés générales dont la simplicité m'a paru mériter d'être signalée dans cette courte Note.

» Tout d'abord, pour écarter la considération de la vitesse relative, je supposerai la vitesse de chute très considérable, en considérant de la lumière ou de la chaleur rayonnante qui tombe verticalement sur une plaque mobile. Quant au mouvement de cette dernière, nous le définirons en supposant qu'elle soit assujettie par ses liaisons à rester normale à une courbe quelconque que décrit, sous l'influence de la pesanteur, son centre de gravité. A la vérité, le mouvement effectif ne se trouve pas par là com-

plètement déterminé, car la plaque peut encore tournoyer arbitrairement sur son centre dans son propre plan. Mais il est clair que cette dernière circonstance n'intéresse en rien la mesure actinométrique demandée. La forme même du contour reste également indifférente; il suffit qu'on en connaisse la superficie, à laquelle la quantité reçue restera naturellement proportionnelle. Nous pouvons donc nous borner à effectuer cette détermination pour l'unité de surface.

» 2. Si Q désigne la quantité que recevrait dans l'unité de temps l'unité de surface supposée immobile et horizontale, le résultat deviendra $Q \sin\alpha$ si elle fait un angle α avec la verticale, et $Q\,dt \sin\alpha$ pendant une durée dt. La valeur cherchée q sera donc

$$q = Q \int dt \sin\alpha. \tag{1}$$

Mais on a d'ailleurs, en appelant s l'arc de courbe, h sa projection verticale et v la vitesse du centre de gravité,

$$\sin\alpha = \frac{dh}{ds}, \quad dt = \frac{ds}{v},$$
$$v = \sqrt{v_0^2 + 2g(h - h_0)}.$$

Il vient, d'après cela,

$$q = Q \int_{h_0}^{h_1} \frac{dh}{\sqrt{v_0^2 + 2g(h - h_0)}} = \frac{Q}{g}\left[\sqrt{v_0^2 + 2g(h_1 - h_0)} - v_0\right],$$

d'où le théorème suivant : *La quantité reçue par la plaque dans le mouvement qui lui est imprimé par la pesanteur est absolument indépendante de la nature de la trajectoire à laquelle elle est assujettie à rester normale. Elle ne dépend que de la hauteur parcourue par son centre de gravité le long de cette courbe. Si l'on rapporte la hauteur au niveau qui correspond à une vitesse nulle, la quantité reçue sera proportionnelle à la racine carrée de cette hauteur.*

» 3. Imaginons, par exemple, une oscillation cycloïdale complète. En désignant par l la longueur du fil de ce pendule cycloïdal, on fera, pour obtenir, dans une demi-oscillation, la moitié $\frac{q}{2}$ du résultat demandé :

$$r_0 = 0, \quad h_0 = 0, \quad h_1 = \frac{l}{2},$$
$$\frac{q}{2} = Q\sqrt{\frac{l}{g}},$$

ou, d'après la valeur de la durée T de l'oscillation complète,

(2) $$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}},\quad q = \frac{2}{\pi}QT.$$

» On voit par là que *l'influence de l'oscillation cycloïdale sur la quantité reçue est la même que si la plaque restait constamment immobile sous l'inclinaison qui a pour sinus* $\frac{2}{\pi}$ *et pour valeur* $39°24'47''$.

» 4. Pour un pendule circulaire et une très petite amplitude θ, on aura

$$h_1 - h_0 = l - l\cos\theta = 2l\sin^2\frac{\theta}{2},\quad \frac{q}{2} = 2Q\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Comme la formule (2) s'applique encore approximativement pour de très faibles oscillations, il vient

$$q = \frac{4}{\pi}QT\sin\frac{\theta}{2}.$$

» L'inclinaison permanente qui serait équivalente à cet état d'oscillation a donc pour valeur

$$\sin\alpha = \frac{4}{\pi}\sin\frac{\theta}{2},$$
$$\alpha = \frac{2}{\pi}\theta = 0,63661\ldots\theta,$$

en confondant l'arc avec son sinus.

» 5. Substituons maintenant à la considération de la pesanteur celle d'un centre d'action. Désignons par $f(r)$ l'attraction qu'il exerce à la distance r, et par $Q = \varphi(r)$ la loi de l'intensité du fluide qu'il émet, et qui se dissémine d'après la distance. Nous concevons d'ailleurs ces fonctions d'une manière abstraite et générale, indépendante des lois expérimentales de la gravitation et de la chaleur rayonnante.

» L'équation des forces vives donne alors

$$\frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) = -\int_{r_0}^{r} f(r)\,dr,$$
$$\frac{ds^2}{dt^2} = v_0^2 - \frac{2}{m}\int_{r_0}^{r} f(r)\,dr,$$
$$dt = \frac{ds}{\sqrt{v_0^2 - \frac{2}{m}\int_{r_0}^{r} f(r)\,dr}},$$
$$\sin\alpha = \frac{dr}{ds}.$$

L'équation (1) donnera donc

$$dq = Q\,dt \sin\alpha = \varphi(r) \frac{ds}{\sqrt{v_0^2 - \frac{2}{m}\int_{r_0}^{r} f(r)\,dr}} \frac{dr}{ds},$$

$$q = \int_{r_0}^{r_1} \frac{\varphi(r)\,dr}{\sqrt{v_0^2 - \frac{2}{m}\int_{r_0}^{r} f(r)\,dr}}.$$

» On voit par là que *la quantité reçue par la plaque est indépendante de la courbe à laquelle elle doit rester normale, et ne dépend que des distances du centre d'action aux extrémités de l'arc parcouru sur cette courbe par le centre de gravité.*

» 6. Considérons, par exemple, la loi de la raison inverse du carré de la distance, qui régit à la fois l'intensité de la chaleur et celle de la gravitation. Nous poserons pour cela

$$\varphi(r) = \frac{\Phi}{r^2} \quad \text{et} \quad f(r) = \frac{F}{r^2},$$

en désignant par Φ et F les intensités respectives à l'unité de distance. Si l'on supprime la vitesse initiale, ce qui ne restreint pas la généralité des résultats, puisqu'il suffit pour cela de faire un choix convenable de la sphère de rayon r_0, il viendra

$$q = \Phi\sqrt{\frac{m}{2F}} \int_{r_0}^{r_1} \frac{dr}{r^2\sqrt{\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r}}} = \Phi\sqrt{\frac{2m}{F}\left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_1}\right)} = \frac{\Phi\sqrt{\frac{2m}{F}}}{\sqrt{\frac{r_0 r_1}{r_0 - r_1}}}.$$

» *La quantité reçue varie donc en raison inverse de la racine carrée de la quatrième proportionnelle aux distances initiale et finale du centre de gravité au centre d'action et à leur rapprochement mutuel.*

» 7. Supposons actuellement un nombre quelconque de centres, attirant chacun suivant une loi quelconque $f_k(r_k)$, mais avec cette hypothèse que leurs intensités émissives $\varphi_k(r_k)$ seront, pour chacun d'eux, proportionnelles à leurs énergies dynamiques et égales à $nf_k(r_k)$. On aura ainsi (1)

$$(3) \qquad \begin{cases} dq = \sum(q_k\,dt \sin\alpha_k) = dt\sum\left[\varphi_k(r_k)\frac{dr_k}{ds}\right] \\ \quad = \frac{1}{v}\sum[\varphi_k(r_k)\,dr_k] = \frac{n}{v}\sum[f_k(r_k)\,dr_k]. \end{cases}$$

Or une telle somme forme toujours une expression intégrable en x, y, z.

Si donc on désigne par U cette *fonction des forces*, il vient simplement

$$dq = n\frac{dU}{v}.$$

D'ailleurs, le principe de la conservation des forces vives donne alors

$$(4)\qquad \tfrac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) = U - U_0,$$

$$dq = n\frac{dU}{\sqrt{v_0^2 + \frac{2}{m}(U - U_0)}},$$

$$(5)\qquad q = mn\left[\sqrt{v_0^2 + \frac{2}{m}(U - U_0)} - v_0\right].$$

» On reconnaît par là que *la quantité reçue par la plaque est indépendante de la nature de la courbe à laquelle elle est assujettie à rester normale, et qu'elle ne dépend que des surfaces de niveau passant par les extrémités de l'arc parcouru par son centre de gravité.*

» 8. *Si, en particulier, la plaque se meut de manière que son centre reste sur une surface de niveau, en y décrivant d'ailleurs une ligne quelconque, cette quantité sera nulle.*

» Cette propriété se vérifie immédiatement pour le cas de la pesanteur ou d'un centre d'action; car la plaque, restant normale à une ligne tracée dans le plan horizontal ou sur la sphère, ne présente alors que sa tranche au flux lumineux et, par suite, ne reçoit rien.

» Dans le cas général, la nullité du résultat ne tient plus à la même cause. Elle n'est alors qu'algébrique et doit s'entendre en ce sens que *la plaque reçoit des quantités égales sur ses deux faces pendant son mouvement, quelle que soit la ligne que parcourt sur la surface de niveau son centre de gravité.*

» 9. On peut enfin apporter à ces énoncés une dernière généralisation. Remarquons, à cet effet, qu'il existe également un système de surfaces de niveau pour les intensités $\varphi_k(r_k)$, si on les traite comme des forces émanées de leurs différents centres. Supposons uniquement que *ces surfaces soient les mêmes que celles des actions dynamiques, soit que celles-ci émanent des mêmes centres ou de centres différents, ou qu'elles soient de toute autre nature, admettant seulement une fonction des forces. Les propriétés des* §§ 7 *et* 8 *subsisteront encore sans modification.*

» En effet, le paramètre des surfaces de niveau des forces φ ne pourra être, dans cette hypothèse, qu'une fonction $\psi(U)$ de celui U des forces f.

La formule (3) deviendra donc, d'après l'équation (4),

$$dq = \frac{1}{v}\psi'(\mathrm{U})\,d\mathrm{U};$$

$$dq = \frac{\psi'(\mathrm{U})\,d\mathrm{U}}{\sqrt{v_0^2 + \frac{2}{m}(\mathrm{U} - \mathrm{U}_0)}}.$$

Comme elle ne renferme que la variable U, elle donnera encore lieu aux mêmes énoncés. »

M. **Albert Gaudry** présente à l'Académie le squelette de l'*Hyæna spelæa* qui a été trouvé par M. Félix Regnault, et s'exprime en ces termes :

« Il y a quelque temps, j'ai entretenu l'Académie des résultats des fouilles que M. Regnault a exécutées dans les Oubliettes de Gargas (Hautes-Pyrénées). M. Regnault m'avait prié d'examiner une partie des ossements d'Hyènes qu'il avait recueillis, et j'ai dit à l'Académie que la vue de ces ossements me semblait confirmer l'idée que l'*Hyæna spelæa* n'était qu'une race lourde, massive, de l'Hyène actuelle de l'Afrique centrale, nommée *Hyæna crocuta* (Hyène tachetée). M. Félix Regnault vient d'apporter à Paris le squelette presque complet de cet animal ; j'ai pensé qu'il pourrait intéresser plusieurs de nos Confrères. L'habile explorateur des grottes pyrénéennes présente en même temps un dessin des Oubliettes de Gargas, qui montre bien la place où le squelette entier d'Hyène a été trouvé, et fait comprendre les difficultés que son extraction a dû entraîner. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1885.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Chatin, Van Tieghem, Trécul et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Ch. Robin et Pasteur.

Prix Savigny : MM. de Quatrefages, Blanchard, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suf-

frages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. A. Gaudry et H. Milne Edwards.

Prix Thore : MM. Van Tieghem, Blanchard, Chatin, Duchartre et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. A. Milne-Edwards et Trécul.

Grand prix des Sciences physiques (*Etude de la structure intime des organes tactiles dans l'un des principaux groupes naturels d'animaux invertébrés*) : MM. H.-Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Ch. Robin et A. Gaudry.

Prix Bordin (*Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du Grand Océan*) : MM. de Lacaze-Duthiers, A. Milne-Edwards, Ch. Robin, H.-Milne Edwards et de Quatrefages réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Blanchard et d'Abbadie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action pathogène et prophylactique du bacillus-virgule.* Lettre de M. J. Ferran.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

« Tortose (Catalogne), 31 mars 1885.

» Soit une culture de bacillus-virgule dont la semence provient de colonies qui ont évolutionné sur des plaques (celles-ci ayant pour origine des germes qui procèdent directement des selles d'un cholérique); injectons-la dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un jeune cobaye, deux ordres de phénomènes apparaissent : les uns, locaux, sont de nature phlegmasique; les autres, généraux, accusent une profonde hypostiénie.

» On obtient le maximum de virulence en ensemençant dans du bouillon très nutritif et légèrement alcalin une goutte du magma blanc opaque qui provient d'une ou de plusieurs colonies, l'incubation à l'étuve (à 37°) étant faite juste pendant le temps nécessaire pour rendre trouble le bouillon. Si la semence dont on s'est servi est très virulente, on en obtient une culture qui peut, à la dose de 2^{cc} à 4^{cc}, tuer un petit cobaye. Si la semence

n'est pas assez virulente, ce résultat ne s'obtient qu'avec des doses plus fortes. La phlegmasie locale se trouve caractérisée par une tumeur chaude et douloureuse, qui peut se détacher sous forme d'escarre lardacée : l'ulcère qui survient guérit spontanément sans jamais donner lieu, ni à la formation de pus, ni à des symptômes de putridité. Les symptômes généraux qui apparaissent sont : une rapide hypothermie qui entraîne un abaissement dans la température physiologique, celle-ci étant de 40° dans le rectum, le réservoir du thermomètre étant enfoncé à une profondeur de $0^m,04$. Lorsque ces symptômes généraux deviennent plus rapides et foudroyants, il est aisé d'observer que la phlegmasie locale est sans importance.

» Si l'on prend une goutte de sang d'un animal injecté, mais encore vivant, et si on l'ensemence dans une petite quantité de bouillon, on obtient, au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures d'incubation à + 37°, une culture pure de spirillums, pouvant reproduire la même maladie en série indéfinie.

» L'examen microscopique de la sérosité qui s'écoule des coupes faites sur l'endroit même qui a reçu l'injection met en relief les particularités suivantes :

» 1° Microglobulie extraordinaire, au point de faire naître des doutes sur la nature de ce qu'on a sous les yeux, tant est grande la dissemblance avec les hématies normales. Plusieurs de ces hématies sont hérissées de pointes effilées et possèdent un mouvement réel, mais dû au choc des microbes contre ces pointes.

» 2° Des spirillums et des virgules presque invisibles à cause de leurs mouvements rapides.

» 3° Des cellules sphériques remplies de granulations; quelques-unes renfermant une granulation qui se distingue par sa grosseur et qui ressemble à une de ces hématies dégénérées.

» 4° Des éléments lenticulaires à surfaces et à contours unis; ils affectent des grandeurs diverses comprises entre 5^{mm} et 20^{mm}; leur aspect ne permet pas de les confondre avec les autres éléments déjà décrits. Cette humeur étant presque dépourvue d'hématies et la couleur rouge s'y détachant d'une manière frappante, on est autorisé à penser que la couleur tient à la dissolution de l'hémoglobine.

» Les cultures en série dans de la gélatine conservent assez bien leur virulence; par contre, les cultures dans du bouillon s'atténuent au bout d'un certain temps.

» Si l'on prend un lot de cobayes et si on leur injecte une quantité moitié moindre que la dose qui suffirait à les tuer, ils acquièrent une immunité qui les rend capables de résister à des doses qui, auparavant, les auraient infailliblement tués. Pour que ce résultat soit mis hors de doute, on n'a qu'à prendre deux lots de cobayes du même âge, un des lots ayant été préalablement doué d'immunité au moyen d'injections. Si l'on injecte aux individus de ces deux lots des doses mortelles, ceux qui ont été préalablement cholérisés résistent, tandis que les autres succombent ou deviennent gravement malades.

» *Effets du microbe chez l'homme.* — L'injection, dans la région du triceps brachial, de 8 gouttes d'une culture virulente très fraîche, donne lieu à une tumeur douloureuse et chaude qui empêche les mouvements du bras; la suite de cet état est une fièvre localisée qui disparaît bientôt spontanément; trois heures après l'injection, l'évolution de cette phlegmasie commence, se continue pendant vingt-quatre heures environ et, après ce temps, tout malaise disparaît presque complètement, sans que jamais on y remarque ni phlegmons ni escarres.

» Lorsque l'on injecte $0^{cc},5$ dans chaque bras, les symptômes locaux s'accentuent, et des symptômes généraux apparaissent. Eu égard aux caractères les plus saillants du tableau observé chez chaque individu, on parvient à dresser un tableau général, dont la ressemblance avec celui du vrai choléra n'est plus à contester : perfrigération marbrée; état lipothymique; lassitude générale; crampes; vomissements; tête lourde; sueurs froides et visqueuses; évacuations plus fréquentes que d'habitude, mais sans arriver à la vraie diarrhée du choléra.

» Tous ces symptômes d'hyposthénie sont suivis d'une hyperthermie générale, qui arrive jusqu'à $2^{\circ},5$ au-dessus de la température normale.

» Plus fréquemment, ce sont des frissons plus ou moins accentués; lassitude générale; lourdeur de tête; envie de vomir et fièvre. Tous ces symptômes, en apparence si effrayants, cessent au bout de vingt-quatre à trente-six heures sans qu'on ait besoin de recourir à la thérapeutique. Parfois ces phénomènes sont plus accentués : le sang, que l'on puise alors dans n'importe quel endroit, offre les mêmes caractères que le sang des cobayes soumis à l'expérience dont il a été parlé ci-dessus.

» La microglobulie s'y manifeste aussi, quoique à un degré moindre. On y remarque même des cellules lymphatiques et des corps discoïdaux de grandeurs diverses.

» Si, six ou huit jours après l'injection de $0^{cc},5$ sur chaque bras, on

réinjecte sur le même sujet cette même dose, au même degré de virulence, les symptômes généraux disparaissent; des symptômes locaux bien moins accentués sont à peine remarqués.

» De ces faits, aussi tranchés et si faciles à reproduire, on est en droit de conclure :

» 1° La possibilité de la cholérisation, chez l'homme comme chez les cobayes, par la voie hypodermique;

» 2° Que la prophylaxie de la cholérisation s'obtient au moyen d'injections à virulence ou à dose graduées.

» Je me tiens à la disposition de l'Académie pour reproduire sous ses yeux les expériences que je viens de décrire (1).

M. F. **Folie** adresse une Note sur les termes séculaires de la nutation.

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

M. A. **Ruhell** soumet au jugement de l'Académie deux Notes portant pour titres : « Du problème électrique, considéré sous le point de vue économique », et « Sur le rendement des machines dynamo-électriques ».

(Commissaires : MM. Becquerel, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé : « Rapport à M. le Ministre de l'Instruction pu-

---

(1) *Noms des personnes qui ont été cholérisées.*

MM. les Drs Jaime Ferran et son collaborateur J. Pauli, Juan Ferran, Colvée, Gimeno, Gariu, Villarroya, Arnau, Juan Canicio, Borrell, Bertran, Savañana, Jaques, Tallada Oliveres, Caliez y Balmaña, Formica Corsi, Llorens, Farriols, Espadaler, Cosido, Barraquer, Presas, Givalt.

MM. Cosido, Isuart, commerçants; Carreras, propriétaire; Redo, Nebot Mesquida, Ramonell Miralles, Net y Cardona, Luis Casademunt, étudiants en médecine; Carlos Bes, avocat.

M. Riba Rovira, docteur; Gabriela Ballesté, domestique.

Mlle Enriqueta Domingo.

Mmes Josefa Baulenes, Josefa Ferran, Margarita Mauvé de Llorens.

blique sur une mission aux îles Philippines et en Malaisie (1879-1880) par M. *Montano* ». (Présenté par M. de Quatrefages.)

2° Un Ouvrage portant pour titre : « The Pigmies of Homer, Herodotus, Aristotle, Pliny, etc.; the asiatic Pigmies or negritos; the negrillos or african Pigmies, by *A. de Quatrefages,* translated by *J. Errington de la Croix*. First published in the Journals of the straits branch of the Royal Asiatic Society ».

3° Une brochure de M. *L. Duval* intitulée : « De la bière joubarbée et de son emploi unique dans le traitement de la diphtérie ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'herpolhodie;* par M. A. MANNHEIM.

« Reprenons les notations de ma Communication de la dernière séance.

» Pendant le déplacement de l'ellipsoïde (E), le cône du second degré de sommet *o*, qui contient la polhodie, roule sur le cône fixe de sommet *o* et dont la base est l'herpolhodie. Les différents points de (s) viennent sur ce cône fixe en des points de (σ); on peut dire que *l'herpolhodie est, sur le cône fixe, la transformée de la polhodie.*

» On peut arriver aussi à l'herpolhodie (σ) en développant d'abord le cône, qui contient la polhodie (s), sur son plan tangent le long de *om* pour avoir la transformée de (s) sur ce plan, et en enroulant ensuite ce plan tangent sur le cône fixe pour avoir la transformée de cette transformée.

» Si, au contraire, au lieu d'enrouler ce plan tangent sur le cône fixe, on développe celui-ci sur ce plan, on voit que la transformée de l'herpolhodie n'est autre que la transformée de la polhodie.

» On peut alors déterminer le centre de courbure de cette transformée, au moyen de la construction connue ([1]), en la faisant dériver soit de (s), soit de (σ).

» Rapprochant ces deux constructions, je trouve ce théorème intéressant :

» *Les axes de courbure de la polhodie et de l'herpolhodie relatifs au point m se coupent en un point du plan tangent commun aux deux cônes le long de om.*

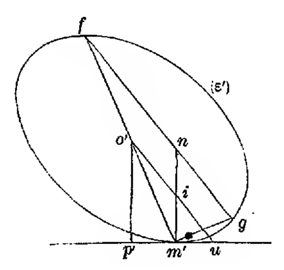
» On construit alors le centre de courbure de l'herpolhodie pour le point *m* en prenant, sur le plan tangent aux cônes le long de *om*, la trace de l'axe de courbure de la polhodie relatif à *m* et en projetant cette trace sur le plan fixe. Il résulte de là que, *la polhodie n'ayant pas de rayon de courbure nul, il en est de même de l'herpolhodie.* Mais, quoique la polhodie n'ait

([1]) *Voir* mon *Cours de Géométrie descriptive*, p. 227.

pas de rayon de courbure infini, on voit qu'il peut y avoir pour le point m de l'herpolhodie un rayon de courbure infini, si le plan osculateur de l'herpolhodie en ce point est normal au plan tangent commun aux deux cônes le long de om.

» Nous allons montrer qu'il peut en être ainsi pour un ellipsoïde arbitraire, mais pas pour l'ellipsoïde central. Les droites mt, mp, mo sont les directions de trois diamètres conjugués de l'ellipsoïde. Projetons orthogonalement cette surface sur un plan perpendiculaire à mt. La ligne de contact du cylindre projetant est, sur (E), l'ellipse (ε), dont le plan, déterminé par mp et mo, est perpendiculaire au plan tangent en m.

» Sur le plan de projection, on a (*fig.* 1) l'ellipse (ε') sur laquelle est le



point m', projection de m, et le point p', projection de p. Le plan tangent commun aux cônes suivant om se projette sur $o'm'$.

» Si le point m est un point d'inflexion sur l'herpolhodie, le plan osculateur de la polhodie doit se projeter suivant la perpendiculaire $m'g$ à $m'f$. Le pôle de ce plan osculateur se projette en u à la rencontre de $p'm'$ et du diamètre qui passe par le milieu de $m'g$.

» D'après ce que nous avons vu, le point central désigné par e doit se projeter maintenant au point i, où le diamètre $o'u$ rencontre la normale $m'n$. On peut modifier l'ellipsoïde, pour qu'il en soit ainsi. Il suffit de prendre un ellipsoïde circonscrit au premier le long de (ε) et qui passe par l'extrémité d'un demi-diamètre δ, parallèle à mt, tel que

$$m'i = \frac{\delta^2 \sin^2(mp, mt)}{h}.$$

» Comme cela est toujours possible, nous concluons que :

» *On peut construire un ellipsoïde pour lequel le point m est un point d'inflexion sur l'herpolhodie.*

» Au contraire, s'il s'agit de l'ellipsoïde central, le point central e ne

peut pas se projeter en i. Pour le faire voir, je vais calculer l'expression du segment $m'i$ et montrer, d'après cette expression, que ce segment est toujours plus petit que la distance centrale me. Il en résultera que le plan osculateur de la polhodie ne peut pas être normal au cône du second degré qui contient cette courbe. Cherchons l'expression de $m'i$.

» Soit f l'extrémité du diamètre $m'o'$; joignons le point f au point g. Cette droite coupe la normale $m'i$ au point n, et l'on a $m'i = \frac{m'n}{2}$.

» On sait que, *si le triangle rectangle* $gm'f$, *inscrit dans l'ellipse* (ε'), *tourne autour de son sommet* m', *l'hypoténuse* fg *passe toujours par le même point* n.

» J'ajoute, comme il est facile de le voir, que *le produit* $m'n \times o'p'$ *reste constant lorsque le point* m' *se déplace sur* (ε').

» Ou encore, en introduisant l'expression de la constante : *l'inverse de* $m'i$ *est égal à la distance* h *multipliée par la somme des inverses des carrés des demi-axes de l'ellipse* (ε').

» Prenons un ellipsoïde central dont les demi-axes, en commençant par le plus grand, sont a, b, c; on sait que ces axes sont liés par l'inégalité $\frac{1}{c^2} < \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}$.

» Appelons α et β les longueurs de deux demi-diamètres rectangulaires de l'ellipse (ε), dont l'un est parallèle au plan de projection, et γ la longueur du demi-diamètre perpendiculaire au plan de cette ellipse.

» On sait que, *dans un ellipsoïde, la somme des inverses des carrés de trois diamètres rectangulaires deux à deux est constante.* On a alors

$$\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\beta^2} + \frac{1}{\gamma^2} = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2};$$

d'où

$$\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\beta^2} + \frac{1}{\gamma^2} - \frac{2}{c^2} = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} - \frac{1}{c^2};$$

par suite, puisqu'il s'agit d'un ellipsoïde central, le second membre est plus grand que zéro, et l'on a alors $\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\beta^2} > \frac{2}{c^2} - \frac{1}{\gamma^2}$. Comme γ est plus grand que c, on peut écrire $\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\beta^2} > \frac{1}{\gamma^2}$. Les deux demi-diamètres rectangulaires α, β se projettent suivant deux demi-diamètres rectangulaires de l'ellipse (ε') dont la somme des inverses des carrés est plus grande que $\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\beta^2}$.

» Comme la somme des inverses des carrés de ces demi-diamètres est

égale à la somme des inverses des carrés des demi-axes de (ε'), on peut substituer cette dernière somme au premier membre de l'inégalité précédente.

» D'autre part, en considérant la section faite dans (E) par le plan diamétral parallèle au plan tangent en m, on voit que γ est plus petit que l. On peut donc remplacer, dans l'inégalité précédente, $\frac{1}{\gamma^2}$ par $\frac{1}{l^2}$.

» De ce que nous venons de dire, on conclut que *la somme des inverses des carrés des demi-axes de* (ε') *est plus grande que* $\frac{1}{l^2}$, et, en tenant compte des expressions trouvées précédemment pour $\frac{1}{m'i}$ et $\frac{1}{me}$, on voit que, *quel que soit* h, *la distance centrale me est, dans le cas de l'ellipsoïde central, toujours plus grande que* $m'i$.

» Comme nous l'avons déjà dit, il résulte de là que *le rayon de courbure de l'herpolhodie en* m *ne peut pas être infini*.

» Ainsi, le point m étant arbitraire sur l'herpolhodie, cette courbe ne peut avoir en ce point ni rayon de courbure nul, ni rayon de courbure infini, et nous pouvons alors conclure avec M. de Sparre que l'herpolhodie de Poinsot n'est pas ondulée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Répartition des matrices en espèces et formation de toutes les espèces*. Note de M. **Ed. Weyr**, présentée par M. Hermite.

« Je me permets de présenter quelques résultats ultérieurs que j'ai obtenus dans la théorie des matrices.

» Soient M une matrice quelconque d'ordre n et μ_α une racine α^{uple} de M. En formant les puissances de $M - \mu_\alpha$, on tombe nécessairement sur une puissance $(M - \mu_\alpha)^\rho$ qui est de nullité α; les puissances plus élevées sont de la même nullité.

» Désignons par $\alpha_1, \alpha_1 + \alpha_2, \ldots, \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_\rho = \alpha$ les degrés de nullité des matrices $M - \mu_\alpha, (M - \mu_\alpha)^2, \ldots, (M - \mu_\alpha)^\rho$; alors je dis que *la suite des nombres* $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho$ *ne peut jamais croître*, c'est-à-dire qu'on a toujours

$$\alpha_1 \geqq \alpha_2 \geqq \ldots \geqq \alpha_\rho.$$

» Pour abréger, je dis que la racine μ_α a pour *caractéristiques* les nombres $(\alpha, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\rho)$.

» Soient maintenant $\mu_\alpha, \mu_\beta, \ldots, \mu_\lambda$ les racines de M, et soient leurs caractéristiques respectives $(\alpha, \alpha_1, \ldots, \alpha_\rho)$, $(\beta, \beta_1, \ldots, \beta_\sigma)$, $\ldots$, $(\lambda, \lambda_1, \lambda_\tau)$.

Alors l'*équation de degré minimum, satisfaite par* M, *est la suivante :*

$$(\mathrm{M}-\mu_\alpha)^\rho(\mathrm{M}-\mu_\beta)^\sigma\ldots(\mathrm{M}-\mu_\lambda)^\tau=0.$$

» Je dis, de deux matrices d'ordre n, qu'elles sont de même espèce si elles possèdent les mêmes racines aux mêmes caractéristiques.

» M *et* N *étant deux matrices de même espèce, on peut toujours assigner des matrices* Q, *de nullité zéro, telles qu'on ait*

$$\mathrm{N}=\mathrm{Q}^{-1}\mathrm{MQ}.$$

Et, réciproquement, deux matrices M et N, liées par une telle équation, sont de même espèce.

» De là, on conclut qu'ayant trouvé une seule matrice M d'une certaine espèce, on les a toutes par la formule $\mathrm{Q}^{-1}\mathrm{MQ}$, Q étant une matrice quelconque de nullité zéro.

» Deux matrices de même espèce satisfont évidemment à la même équation de degré minimum; la réciproque n'a pas toujours lieu.

» Les entiers $\alpha, \alpha_1, \ldots, \alpha_\rho$; $\beta, \beta_1, \ldots, \beta_\sigma, \ldots$; $\lambda, \lambda_1, \ldots, \lambda_\tau$ ayant été choisis de manière que chacun d'eux soit au moins égal à 1, et que les suites $(\alpha_1, \ldots, \alpha_\rho)$, $(\beta_1, \ldots, \beta_\sigma)$, ..., $(\lambda_1, \ldots, \lambda_\tau)$ ne soient jamais croissantes, et que, de plus,

$$\alpha=\alpha_1+\ldots+\alpha_\rho,\quad \beta=\beta_1+\ldots+\beta_\sigma,\quad \ldots,\quad \lambda=\lambda_1+\ldots+\lambda_\tau,$$
$$n=\alpha+\beta+\ldots+\lambda,$$

je dis qu'*il existe toujours des matrices d'ordre n, ayant les racines μ_α, μ_β, ..., μ_λ aux caractéristiques respectives $(\alpha, \alpha_1, \ldots, \alpha_\rho)$, $(\beta, \beta_1, \ldots, \beta_\sigma)$, ..., $(\lambda, \lambda_1, \ldots, \lambda_\tau)$, les valeurs μ_α, μ_β, ..., μ_λ étant arbitraires, mais distinctes entre elles.*

» En effet, on peut trouver une telle matrice M de la manière suivante :

» Je forme d'abord une matrice H d'ordre α à la racine α^{uple}, μ_α caractérisée par les nombres $(\alpha, \alpha_1, \ldots, \alpha_\rho)$.

» Pour cet effet, désignons par $\mathrm{G}_{\rho-1}-\mu_\alpha$ la matrice zéro, et d'ordre α_ρ, et posons successivement

$$\mathrm{G}_{\rho-2}-\mu_\alpha=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{\mathrm{G}_{\rho-1}-\mu_\alpha}{\mathrm{A}_{\rho-1}} & \overbrace{\begin{matrix}0&\ldots&0\\ .&\ldots&.\\ 0&\ldots&0\end{matrix}}^{(\alpha_{\rho-1})}\end{array}\right\},\quad \mathrm{G}_{\rho-3}-\mu_\alpha=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{\mathrm{G}_{\rho-2}-\mu_\alpha}{\mathrm{A}_{\rho-2}} & \overbrace{\begin{matrix}0&\ldots&0\\ .&\ldots&.\\ 0&\ldots&0\end{matrix}}^{(\alpha_{\rho-2})}\end{array}\right\},$$

....,

$$G_1-\mu_\alpha=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{G_2-\mu_\alpha}{A_2} & \overbrace{\begin{matrix}0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&0\end{matrix}}^{(\alpha_2)}\end{array}\right\},\qquad H-\mu_\alpha=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{G_1-\mu_\alpha}{A_1} & \overbrace{\begin{matrix}0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&.\end{matrix}}^{(\alpha_1)}\end{array}\right\}.$$

» Les nombres $\alpha_{\rho-1}, \alpha_{\rho-2}, \dots, \alpha_1$, mis au-dessus des colonnes formées par des zéros, marquent le nombre de ces colonnes. Les compartiments $A_{\rho-1}$, $A_{\rho-2}$, ..., A_1 sont formés de la manière suivante :

$$A_{\rho-1}=\left\{\overbrace{\begin{matrix}1&0&\dots&0\\ 0&1&\dots&0\\ .&.&\dots&.\\ 0&0&\dots&1\\ 0&0&\dots&0\\ .&.&\dots&.\\ 0&0&\dots&0\end{matrix}}^{(\alpha_\rho)}\right\}(\alpha_{\rho-1}),\qquad A_{\rho-2}=\left\{\begin{matrix}\overbrace{\begin{matrix}0&\dots&0\\ 0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&0\\ 0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&0\end{matrix}}^{(\alpha_\rho)} & \overbrace{\begin{matrix}1&0&\dots&0\\ 0&1&\dots&0\\ .&.&\dots&.\\ 0&0&\dots&1\\ 0&0&\dots&0\\ .&.&\dots&.\\ 0&0&\dots&0\end{matrix}}^{(\alpha_{\rho-1})}\end{matrix}\right\}(\alpha_{\rho-2}),$$

....

» Dans le cas de $\alpha_\rho=\alpha_{\rho-1}$, le compartiment $A_{\rho-1}$ aura la forme d'un carré et ne contiendra pas les lignes remplies entièrement de zéros; les mêmes lignes manqueront dans $A_{\rho-2}$, si $\alpha_{\rho-1}=\alpha_{\rho-2}$, et ainsi de suite.

» A l'aide de H on peut former une matrice K d'ordre $\alpha+\beta$ ayant les racines μ_α et μ_β aux caractéristiques $(\alpha, \alpha_1, \dots \alpha_\rho)$, $(\beta, \beta_1, \dots, \beta_\sigma)$. Il suffit de poser successivement

$$H_{\sigma-1}-\mu_\beta=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{H-\mu_\beta}{B_\sigma} & \overbrace{\begin{matrix}0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&0\end{matrix}}^{(\beta_\sigma)}\end{array}\right\};\qquad H_{\sigma-2}-\mu_\beta=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{H_{\sigma-1}-\mu_\beta}{B_{\sigma-1}} & \overbrace{\begin{matrix}0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&0\end{matrix}}^{(\beta_{\sigma-1})}\end{array}\right\};$$

.............................., ...,

$$H_1-\mu_\beta=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{H_2-\mu_\beta}{B_2} & \overbrace{\begin{matrix}0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&0\end{matrix}}^{(\beta_1)}\end{array}\right\};\qquad K-\mu_\beta=\left\{\begin{array}{c|c}\dfrac{H_1-\mu_\beta}{B_1} & \overbrace{\begin{matrix}0&\dots&0\\ .&\dots&.\\ 0&\dots&0\end{matrix}}^{(\beta_2)}\end{array}\right\}.$$

» Le compartiment B_σ est entièrement arbitraire et peut être rempli, par exemple, par des zéros; les compartiments $B_{\sigma-1}$, $B_{\sigma-2}$, ..., B_1 sont

formés comme il suit :

$$
\beta_{\sigma-1} = \left\{\begin{array}{ccc|cccc}
\multicolumn{3}{c|}{\overbrace{\hphantom{0 \ldots 0}}^{(\alpha).}} & \multicolumn{4}{c}{\overbrace{\hphantom{1 \; 0 \ldots 0}}^{(\beta\sigma).}} \\
0 & \ldots & 0 & 1 & 0 & \ldots & 0 \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 1 & \ldots & 0 \\
. & \ldots & . & . & . & \ldots & . \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 0 & \ldots & 1 \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\
. & \ldots & . & . & . & \ldots & . \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0
\end{array}\right\}(\beta_{\sigma-1}); \quad
B_{\sigma-2} = \left\{\begin{array}{ccc|cccc}
\multicolumn{3}{c|}{\overbrace{\hphantom{0 \ldots 0}}^{(\alpha+\beta\sigma).}} & \multicolumn{4}{c}{\overbrace{\hphantom{1 \; 0 \ldots 0}}^{(\beta\sigma-1).}} \\
0 & \ldots & 0 & 1 & 0 & \ldots & 0 \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 1 & \ldots & 0 \\
. & \ldots & . & . & . & \ldots & . \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 0 & \ldots & 1 \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\
. & \ldots & . & . & . & \ldots & . \\
0 & \ldots & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0
\end{array}\right\}(\beta_{\sigma-2}),
$$

.... , ...

» Après avoir formé K, on formera de la même manière une matrice L d'ordre $\alpha + \beta + \gamma$ ayant les racines μ_α, μ_β, μ_γ aux caractéristiques données, et ainsi de suite jusqu'à la matrice cherchée M. Alors $Q^{-1}MQ$ donne toutes les matrices de l'espèce caractérisée. »

ASTRONOMIE. — *Sur les constantes du grand miroir du sextant.* Note de M. **Gruey**, présentée par M. Tisserand.

« 1. Nous avons montré dernièrement (*Comptes rendus* du 30 mars) comment une image *quintuplement réfléchie* du réticule de la lunette L permet de déterminer les constantes α, γ, δ du grand miroir M du sextant. Voici un autre procédé, également praticable à bord, n'exigeant qu'une image *doublement réfléchie*.

» Sur le bras d'une petite douille d, tournant à frottement autour de l'étui cylindrique qui abrite l'axe de rotation M, fixons, parallèlement au limbe et dans la direction de son centre, par l'intermédiaire d'une vis de rappel v', la petite lunette de rechange L′ qu'on trouve ordinairement dans la boîte du sextant. Supposons L′ munie d'un oculaire nadiral et de deux fils V′, H′, rectangulaires, se croisant en i', dans le plan focal de son objectif O′, absolument comme la lunette L fixée au limbe.

» 2. Après avoir rendu sensiblement (*Comptes rendus* du 11 juillet 1881) les deux fils de L, se croisant en i, l'un H parallèle, l'autre V perpendiculaire au limbe, et l'axe optique de cette lunette parallèle à ce limbe, fixons l'alidade de M; puis, faisons tourner L′ jusqu'à ce que les images i_1 de i et i'_1 de i', par deux réflexions successives sur M et m, soient entrées simultanément dans les champs respectifs de L′ et L. Ces images sont extrêmement nettes.

» En regardant dans L' et faisant tourner sur elle-même la monture i', on amènera les fils V', H' à être sensiblement parallèles aux images V_1, H_1 de V, H. Agissant ensuite, une fois pour toutes, sur la vis v', qui permet seulement de faire varier l'inclinaison de L' sur le limbe, on fera coïncider H' avec H_1. L'axe optique de L' sera alors, comme celui de L, sensiblement parallèle au limbe; et des deux fils V' et H', l'un H' sera parallèle, l'autre V' perpendiculaire à ce limbe très approximativement.

» Pour toute autre position de M, on pourra de même faire tourner L' jusqu'à ce que les images V'_1, H'_1 de V', H' soient visibles dans L et amener i'_1 sur V. Nous dirons que les positions de M et L' sont alors *correspondantes*. Pour de telles positions, V'_1, H'_1 sont toujours sensiblement parallèles à V, H; mais i'_1 ne coïncide pas en général avec i. L'angle ω soustendu par ii'_1, vu du centre optique de l'objectif de L, variera avec la position de M ou l'angle β défini dans la Note du 23 mars. On a, d'ailleurs,

$$(1) \qquad \omega = 2\delta\cos\beta - x - y\sin 2\beta - z\cos 2\beta,$$

en posant

$$(2) \quad x = \varepsilon + \gamma\cos a + \delta', \quad y = \gamma\sin a - \gamma'\sin a', \quad z = \gamma\cos a - \gamma'\cos a',$$

conservant à ε, a, γ, δ le sens défini dans la Note du 30 mars, et désignant par a', γ', δ' les constantes de L' analogues à a, γ, δ, savoir : par a', γ' les deux angles qui fixent sur la *sphère auxiliaire* la direction de l'axe de rotation de L', et par δ' le complément de l'angle de cet axe de rotation avec l'axe optique de cette lunette L'.

» La relation (1) a lieu pour chaque couple de positions correspondantes de M et L'. Elle permet de calculer les valeurs les plus probables de δ, x, y, z, si l'on mesure β et ω pour un certain nombre de couples. Cette mesure s'exécute comme nous l'avons indiqué dans la Note du 30 mars.

» 3. δ, x, y, z étant déterminés, les équations (2) donnent ε, a, γ, aussitôt que les constantes a', γ', δ' de la lunette auxiliaire L' sont connues. Comme on peut en disposer, le parti le plus simple consiste à faire disparaître γ', δ' comme nulles et a' comme indéterminée, en rendant, immédiatement avant la mesure de ω, pour chaque couple de positions correspondantes de M et L', l'axe optique de L' rigoureusement parallèle au limbe, au lieu de se contenter, comme nous l'avons fait dans le numéro précé-

dent, d'un parallélisme approché et pour une seule position de L'. On procédera de la manière suivante :

» L' et M étant en positions correspondantes, on fait glisser sur l'anneau plat, entourant M et parallèle au limbe, le *viseur-miroir* M' (Note du 30 mars), de façon que sa face argentée, rigoureusement perpendiculaire au limbe, soit aussi sensiblement perpendiculaire à l'axe optique de L'. Regardant à l'oculaire nadiral de L', on voit, dans le champ, le réticule de cette lunette et son image réfléchie par M'. Agissant sur la vis de rappel v', on fait coïncider exactement le fil H' avec son image. L'axe optique de L' étant alors bien parallèle au limbe, il n'y a plus qu'à prendre les valeurs de β et ω, après avoir enlevé M'.

» 4. On pourrait encore considérer une quatrième constante, l'excentricité e de l'axe de rotation de M et de son alidade l par rapport au centre des divisions du limbe.

» Sur un cercle de Borda, il est facile de déterminer e, avec l'oculaire nadiral.

» Supposons que nous mesurions l'angle k de l'axe optique de la lunette L avec la normale au petit miroir m, par la méthode communiquée à l'Académie le 11 juillet 1881, en faisant partir l'alidade l successivement des divisions $0, \frac{2\pi}{n}, p\frac{2\pi}{n}, (n-1)\frac{2\pi}{n}$, pour chacune desquelles on établit le point de parallélisme de M, m, en agissant sur l'alidade de m. Chaque mesure donne, en négligeant e^2 et les erreurs de division généralement fort petites vis-à-vis celles d'excentricité

$$k = \lambda + e\sin(\lambda - \lambda_0) - p\frac{2\pi}{n} - e\sin\left(p\frac{2\pi}{n} - \lambda_0\right), \qquad (1)$$

où λ désigne la lecture de l'alidade l lorsque, partie du point de parallélisme $p\frac{2\pi}{n}$, elle est amenée à la division λ pour laquelle le réticule se superpose à son image *triplement réfléchie*, et où λ_0 désigne la lecture du trait dont la direction passe par le centre de rotation de l et le centre des divisions.

» Le système des n équations (1), données par les n mesures, détermine les valeurs les plus probables de k, $e\sin\lambda_0$, $e\cos\lambda_0$. »

ASTRONOMIE. — *Sur la loi des densités à l'intérieur de la Terre.* Note de M. R. RADAU.

« L'important travail que M. Tisserand a consacré à la théorie de la figure de la Terre ([1]) m'a suggéré quelques remarques que je résumerai brièvement.

» L'équation différentielle par laquelle l'ellipticité ε d'une couche de niveau est liée à la densité ρ et au rayon moyen a se simplifie si l'on introduit la densité moyenne D du sphéroïde limité par cette couche, en posant

$$D = \frac{1}{a^3}\int_0^a \rho\, da^3, \quad D_1 = \Delta = \int_0^1 \rho\, da^3, \quad D_0 = \rho_0.$$

Les dérivées $\frac{d}{da}$ étant toujours indiquées par des accents, elle prend la forme

$$(1) \qquad (a\varepsilon'' + 6\varepsilon')D + 2(a\varepsilon' + \varepsilon)D' = 0$$

ou bien, en posant $a\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \eta$,

$$(2) \qquad (a\eta' + 5\eta + \eta^2)D + 2a(1+\eta)D' = 0.$$

» La condition relative à la surface devient alors

$$(3) \qquad \eta_1 = \alpha = \frac{5}{2}\frac{\varphi}{\varepsilon_1} - 2,$$

où φ est le rapport de la force centrifuge à la pesanteur sous l'équateur. Avec $\varphi = \frac{1}{288,4}$, $\varepsilon_1 = \frac{1}{293,5}$, on aurait $\alpha = 0,543$. L'équation (2) donne

$$(D\sqrt{1+\eta})' + \frac{5\eta + \eta^2}{2a\sqrt{1+\eta}}D = 0,$$

et, en intégrant, il vient

$$(4) \qquad \rho_0 = \Delta\sqrt{1+\alpha} + \frac{5}{2}\int D\frac{d\varepsilon}{\varepsilon}(1 - 0,3\eta + \ldots)$$

ou approximativement

$$\rho_0 = 6,9 + 14\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_m},$$

([1]) *Bulletin astronomique*, novembre 1884.

en prenant $\Delta = 5,56$. On trouve également

$$(a^5 D\sqrt{1+\eta})' = 5a^4 D \frac{1+\frac{1}{2}\eta - \frac{1}{10}\eta^2}{\sqrt{1+\eta}},$$

d'où l'on tire

$$(5) \qquad \int_0^1 \frac{D}{\Delta}\, da^5 = \sqrt{1+\alpha} - \frac{1}{40}\int_0^1 \frac{D}{\Delta}\, da^5 \frac{\eta^2}{1+\eta}\left(1 - \frac{1}{0,53}\eta\right)\left(1 - \frac{1}{10}\eta\right),$$

à très peu près.

» Comme η est vraisemblablement compris entre o et α, le dernier terme ne dépassera guère 0,001, et l'on pourra prendre $\sqrt{1+\alpha}$ pour une valeur très approchée de l'intégrale (5). Or cette intégrale équivaut à

$$\frac{5}{2} - \frac{3}{2}\frac{\Gamma}{\Delta},$$

où

$$\Gamma = \int_0^1 \rho\, da^5,$$

et la théorie de la précession des équinoxes donne

$$(6) \qquad \frac{3\Gamma}{5\Delta} = 305,6\left(\varepsilon_1 - \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{1}{1,955}.$$

On a ainsi

$$(7) \qquad 1,0005 = 305,6\left(\varepsilon_1 - \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{2}{5}\sqrt{\frac{5\varphi}{2\varepsilon_1} - 1},$$

et il faudrait prendre $\varepsilon_1 = \frac{1}{297}$ pour vérifier cette condition.

» Remarquons encore que l'on satisfait aux équations (1) et (3) en posant

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1 + \frac{k}{n+1}a^n, \quad \frac{\rho}{\rho_0} = \left[1 - \frac{(n+2)(n-3)}{6(n+1)}ka^n\right](1+ka^n)^{-\lambda-1},$$

$$\frac{D}{D_0} = (1+ka^n)^{-\lambda}, \quad \lambda = \frac{1}{2}\frac{n+5}{n+1}, \quad k = \frac{(n+1)\alpha}{n-\alpha}.$$

On trouve alors $\rho_1 = 3,93 - 0,326n$, $\rho_0 = \Delta(1+k)^\lambda$, et il faut prendre pour n un nombre compris entre 3 et 6, afin d'obtenir une valeur de ρ_1 comprise entre 3,0 et 2,0. Avec $n = 4$, on aurait $\rho_1 = 2,63$, $\rho_0 = 9,4$. L'intégrale (5) s'obtient facilement pour $n = 5$; mais on a aussi, d'une manière générale,

$$(8) \qquad \int_0^1 \frac{D}{\Delta}\, da^5 = 1 + \beta + \beta^2\frac{3n+7}{2n+5} + \beta^3\frac{3n+7}{2n+5}\frac{5n+9}{3n+5} + \ldots,$$

où

$$\beta = \frac{1}{2}\frac{\alpha}{1+\alpha},$$

et cette série est, à très peu près, égale à

$$\sqrt{1+\alpha} - \frac{\beta^2}{4n+10} = 1,241.$$

On trouve ainsi $\frac{5\Delta}{3\Gamma} = 1,987$ au lieu de $1,955$, comme l'avait aussi trouvé M. Tisserand, en partant d'une autre loi des densités.

» En posant $\rho = \rho_0 - (\rho_0 - \rho_1)x$, on a encore

$$\frac{\Delta - \rho_1}{\rho_0 - \rho_1} = \int_0^1 a^3\,dx, \quad \frac{\Gamma - \rho_1}{\rho_0 - \rho_1} = \int_0^1 a^5\,dx,$$

en supposant $\frac{dx}{da}$ toujours positif, et il s'ensuit que

$$\left(\frac{\Delta - \rho_1}{\rho_0 - \rho_1}\right)^5 < \left(\frac{\Gamma - \rho_1}{\rho_0 - \rho_1}\right)^3,$$

parce que $\sqrt[n]{\mathfrak{M}(\alpha a^n)}$ croît avec n, et que les intégrales définies sont des moyennes où les coefficients α sont représentés par dx. On en conclut que $\rho_0 > 7,4$, comme l'a déjà montré M. Stieltjes [1]. »

MÉCANIQUE. — *Résistance qu'éprouve un cylindre circulaire indéfini, plongé dans un fluide, à se mouvoir pendulairement suivant une direction perpendiculaire à son axe.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Je ne vois d'abordable (n° préc. des *C. R.*, p. 935), à moins de négliger les frottements, que le cas d'un mouvement *pendulaire*, où l'on peut, à un facteur constant près et en choisissant une origine des temps convenable, poser $\psi(t) = \cos kt$; mais ce cas est important, car sa solution permet de tenir compte des résistances qu'éprouve la tige d'un pendule. En substituant sous le second signe $\int$ de (9), à R, le nouveau paramètre

$$(10)\qquad \nu = \log\left(R\sqrt{\frac{\rho k}{\varepsilon}}\right), \quad \text{d'où} \quad R\frac{d}{dR} = \frac{d}{d\nu};$$

---

[1] *Bulletin astronomique*, octobre 1884.

et en posant

$$(11)\quad \begin{cases} \mathrm{I}(\cos\tau \text{ ou } \sin\tau) = \displaystyle\int_0^\infty \left(\cos\frac{e^{2\nu}}{2\alpha^2} \text{ ou } \sin\frac{e^{2\nu}}{2\alpha^2}\right) e^{-\frac{\alpha^2}{2}} \frac{d\alpha}{\alpha} \\ \qquad = e^{-\nu} \displaystyle\int_0^\infty \left(\cos\frac{\beta^2}{2} \text{ ou } \sin\frac{\beta^2}{2}\right)\left(\frac{e^\nu}{\beta} e^{-\frac{e^{2\nu}}{2\beta^2}}\right) d\beta, \end{cases}$$

formules où I est pris positif, la deuxième relation (9) donne, vu la valeur $k\rho \mathrm{R}^2 e^{-2\nu}$ de ε, et en différentiant finalement par rapport à t,

$$(12)\qquad 2\mathrm{R}^2 e^{-2\nu} ks = \mathrm{I}\cos(kt - \tau), \quad 2\mathrm{R}^2 e^{-2\nu}\mathrm{V} = -\mathrm{I}\sin(kt-\tau).$$

Quant à la troisième (9), si, au moyen de (12), on y élimine $\cos(kt-\tau)$ et $\sin(kt-\tau)$ du résultat d'une différentiation en ν, elle devient

$$(13)\quad \frac{f(t)}{\mathrm{R}^2} = 2\mathrm{A}ks + (1+2\mathrm{B})\mathrm{V}, \quad \text{où} \quad \mathrm{A} = e^{-2\nu}\frac{d}{d\nu}\log\frac{1}{\mathrm{I}}, \quad \mathrm{B} = e^{-2\nu}\frac{d\tau}{d\nu};$$

et, par suite, la résistance, *rapportée à l'unité de masse du fluide déplace,* est

$$(14)\qquad \text{Résistance} = 4\mathrm{A}k\mathrm{V} + (1+4\mathrm{B})\frac{d\mathrm{V}}{dt}.$$

» Toutefois les formules (2) et (9) ne vérifient, en général, la condition d'évanouissement de u, v, p aux distances r infinies que dans les cas de mouvements *ayant commencé,* où $\mathrm{F}(-\infty) = 0$, $\psi(-\infty) = 0$; et il reste à voir si elles y satisfont dans la supposition présente de mouvements *périodiques :* ce qu'on reconnaît aisément revenir à prouver que les intégrales définies (11) s'annulent à la limite $\nu = \infty$. Or elles s'y annulent bien, en effet; car, sous leur dernière forme (11), le facteur entre parenthèses qui y multiplie $\cos\frac{1}{2}\beta^2$ ou $\sin\frac{1}{2}\beta^2$, nul pour $\beta = 0$ et pour β infini, atteint son maximum $e^{-\frac{1}{2}}$ pour $\beta = e^\nu$, et il reste, quand ν est très grand, insensible pour toutes les valeurs finies de β, les seules qui puissent, comme on sait, faire donner par l'autre facteur $\cos\frac{1}{2}\beta^2$ ou $\sin\frac{1}{2}\beta^2$ des éléments influents. Ainsi, les deux expressions $e^\nu \mathrm{I}\cos\tau$, $e^\nu \mathrm{I}\sin\tau$ s'évanouissent pour ν infini. Mais, si n désigne toute constante supérieure à zéro, les produits $e^{ne^{2\nu}}\mathrm{I}\cos\tau$, $e^{ne^{2\nu}}\mathrm{I}\sin\tau$ grandissent, en général, sans limite, car, dans leur expression $\int_0^\infty \left(\cos\frac{\beta^2}{2} \text{ ou } \sin\frac{\beta^2}{2}\right) e^{e^{2\nu}\left(n - \frac{1}{2\beta^2}\right)} \frac{d\beta}{\beta}$, l'exponentielle est infinie avec ν dès que $2\beta^2$ dépasse l'inverse de n; et, par suite, si l'on suppose maintenant n variable, choisi de manière à donner, par exemple, $e^{ne^{2\nu}}\mathrm{I} = 1$, sa valeur, $-e^{-2\nu}\log\mathrm{I}$, tendra vers zéro quand ν croîtra : ce qui entraîne, vu sa graduelle variation, que sa dérivée en ν, qui est $-2n + \mathrm{A}$, y tend

aussi. Donc non seulement I, mais le premier, A, des deux coefficients A, B définis par (13), s'annule à la limite $\nu = \infty$.

» Pour évaluer A et B, rappelons que la fonction χ, ou $\mathrm{I}\cos(kt-\tau)$, vérifie l'équation

$$\frac{1}{\mathrm{R}}\frac{d}{d\mathrm{R}}\left(\mathrm{R}\frac{d\chi}{d\mathrm{R}}\right) - \frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d\chi}{dt} = 0 \quad \text{ou} \quad \left(\frac{d^2}{d\nu^2} - e^{2\nu}\frac{d}{dkt}\right)[\mathrm{I}\cos(kt-\tau)] = 0,$$

laquelle, après effectuation des calculs et annulation séparée du terme en $\cos(kt-\tau)$ et du terme en $\sin(kt-\tau)$, donne, en divisant par I,

$$(15)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{\mathrm{I}}\dfrac{d^2\mathrm{I}}{d\nu^2} = \dfrac{d\tau^2}{d\nu^2} \quad \text{ou} \quad \dfrac{d^2\log\mathrm{I}}{d\nu^2} + \left(\dfrac{d\log\mathrm{I}}{d\nu}\right)^2 = \dfrac{d\tau^2}{d\nu^2}, \\ \dfrac{1}{\mathrm{I}^2}\dfrac{d}{d\nu}\left(\mathrm{I}^2\dfrac{d\tau}{d\nu}\right) = -e^{2\nu} \quad \text{ou} \quad \dfrac{d^2\tau}{d\nu^2} + 2\dfrac{d\log\mathrm{I}}{d\nu}\dfrac{d\tau}{d\nu} = -e^{2\nu}. \end{cases}$$

» La première (15) montre que la dérivée de I, ayant sa propre dérivée essentiellement positive, grandit sans cesse : nulle, comme I, pour ν infini, cette dérivée de I est donc constamment négative, et I décroît. Elle montre encore que le produit des deux facteurs $\frac{d\tau}{d\nu}$, $\mathrm{I}\frac{d\tau}{d\nu}$, valeur de la dérivée seconde de I, s'annule avec celle-ci pour ν infini, ce qui exige que l'un des facteurs et, par conséquent, toujours le second, tende en même temps vers zéro; et alors la troisième équation (15), qui fait la fonction $\mathrm{I}^2\frac{d\tau}{d\nu}$ essentiellement décroissante, prouve que cette fonction, finalement nulle, est constamment positive. Donc les deux quantités A, B définies par (13) le sont toujours elles-mêmes. En les introduisant comme fonctions inconnues dans (15), il vient les deux équations différentielles

$$(16)\qquad \frac{d\mathrm{A}}{d\nu} + 2\mathrm{A} = e^{2\nu}(\mathrm{A}^2 - \mathrm{B}^2), \quad \frac{d\mathrm{B}}{d\nu} + 2\mathrm{B} = 2e^{2\nu}\mathrm{AB} - 1,$$

réunies dans celle-ci, $e^{-2\nu}\mathrm{C}'' = \sqrt{-1}\,\mathrm{C}$, où C, fonction cylindrique imaginaire, comme on voit, a pour logarithme naturel $-\int(\mathrm{A} + \mathrm{B}\sqrt{-1})e^{2\nu}d\nu$. Or la première (16), ayant son premier membre nul à la limite $\nu = \infty$, montre que $\mathrm{A}^2 - \mathrm{B}^2$ s'annule alors ou que B y tend vers zéro comme A. Ainsi, *les deux coefficients* A *et* B *dont dépend la résistance* (14) *s'obtiendront en intégrant les équations* (16) *sous les conditions* $\mathrm{A} = 0$ *et* $\mathrm{B} = 0$ *pour* ν *infini*. Dès que e^ν est un peu grand (ou l'influence des frottements modérée), une première approximation, formée en annulant les premiers membres de (16), donne (vu $\mathrm{A} > 0$) $\mathrm{A}\sqrt{2} = \mathrm{B}\sqrt{2} = e^{-\nu}$, et permet d'appliquer (jusqu'à un certain degré) au calcul de A, B la méthode des approximations successives.

Il vient, à la troisième de celles-ci,

$$(17)\ A = \frac{e^{-\nu}}{\sqrt{2}}\left(1 + \frac{e^{-\nu}}{\sqrt{2}} - \frac{e^{-2\nu}}{8}\right),\quad B = \frac{e^{-\nu}}{\sqrt{2}}\left(1 + \frac{e^{-2\nu}}{8}\right),\quad \text{où}\quad e^{-\nu} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho k}},$$

valeurs pratiquement suffisantes dès que e^{ν} dépasse 2 ou même seulement 1, comme il résulte de leur comparaison à une table donnée par Stokes dans le Mémoire (p. 39) cité plus haut, où se trouve traité, d'une manière beaucoup plus compliquée qu'ici, ce cas spécial de déplacements pendulaires.

» III. Quand le mouvement est quelconque, mais que $F(-\infty) = 0$ ou $\psi(-\infty) = 0$, si l'on prend, dans la seconde (9), $\nu = \log\left(R\sqrt{\frac{\rho}{\varepsilon}}\right)$, les raisonnements précédents sur les intégrales définies (11) peuvent, en général, s'appliquer à χ, et alors le produit, par $e^{-2\nu}$, de la dérivée en ν de $\log\chi$, tend vers zéro lorsque ν croît indéfiniment. Or, comme le dernier terme de la troisième (9) est ce produit même multiplié par $-2s$, $f(t)$ devient simplement $R^2 V$, et la résistance par unité de masse de fluide déplacé, $\frac{dV}{dt}$, si, négligeant les frottements, on fait $\varepsilon = 0$, $\nu = \infty$. Mais, dans ce cas, la masse fluide peut glisser librement sur le solide, ou plutôt sur une mince couche contiguë moins mobile (d'où l'on déduit aisément, comme condition *unique* à la surface, que la dérivée de φ en r y égale RV s'il s'agit d'un cylindre, $\frac{1}{2}$RV s'il s'agit d'une sphère); et il est plus simple de remarquer de suite qu'on y satisfait, ainsi qu'aux autres équations du problème, en posant $\Delta_2\varphi = 0$: ce qui entraîne la disparition de toute la partie compliquée de la solution générale, savoir, des intégrales définies qui y figurent. »

OPTIQUE. — *Sur la diffraction de la lumière par un écran à bord rectiligne.* Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« Les recherches dont j'ai l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie ont eu pour objet de compléter l'étude des phénomènes de diffraction produits par un écran opaque à bord rectiligne, en employant la méthode précédemment décrite (¹).

» 1. *Lumière diffractée à l'intérieur de l'ombre de l'écran, le milieu ambiant étant plus réfringent que l'air.* — L'écran est placé dans une auge de forme prismatique, pleine d'un liquide transparent, et disposée de telle sorte que

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 697, et t. XCVIII, p. 1573.

les rayons incidents soient normaux à la face d'entrée, et que les rayons diffractés, dans la direction où on les étudie, soient de même normaux à la face de sortie. Deux auges ont été employées, permettant d'observer des rayons déviés, par la diffraction, de 60° et 90°. On a fait usage d'eau, d'alcool, de chloroforme et de sulfure de carbone.

» Les phénomènes produits dans un milieu réfringent présentent, dans leur ensemble, la plus grande analogie avec ceux que l'on observe dans l'air, et qui ont été précédemment décrits. La polarisation est de même extrêmement forte et parallèle au bord de l'écran. Mais, si l'on compare les effets produits par un même écran dans l'air et dans des milieux de plus en plus réfringents, on remarque des différences souvent considérables, qui peuvent être exprimées par l'énoncé suivant :

» *L'accroissement de l'indice du milieu ambiant agit comme le ferait une augmentation de l'épaisseur du bord de l'écran.*

» Cet effet est surtout rendu manifeste par les changements de coloration de la lumière diffractée, changements de même nature que ceux que produisait dans l'air un accroissement de l'épaisseur du bord. Ainsi une lame d'argent à bord très mince, qui donne, dans l'air, une nuance vert jaune donne, dans l'eau, une teinte orangé et, dans le sulfure de carbone, une couleur rouge pur. D'ailleurs l'écran, retiré du liquide et séché spontanément, se comporte dans l'air comme avant l'expérience.

» Les métaux, tels que l'acier et le platine, pour lesquels l'accroissement de l'épaisseur du bord ne produit pas de changement de nuance bien marqué, sont de même à peu près indifférents au changement du milieu ambiant.

» 2. *Diffraction à l'extérieur de l'ombre de l'écran.* — La lumière incidente étant naturelle, la lumière diffractée à l'extérieur de l'ombre géométrique est polarisée, comme je l'ai annoncé précédemment, perpendiculairement au bord de l'écran. Cette polarisation augmente avec la déviation des rayons diffractés, tant que celle-ci ne dépasse pas 30° ou 40° ; elle est d'autant plus complète que le tranchant est plus fin et plus régulier. Avec les métaux mous (argent, cuivre, or, etc.), on peut avoir de la lumière polarisée à $\frac{1}{10}$ près ; d'autres métaux se prêtant mieux à l'aiguisage (métal des miroirs, bronze, maillechort) donnent un rapport de $\frac{1}{20}$; enfin l'acier peut donner $\frac{1}{50}$ ou même $\frac{1}{100}$ dans des conditions exceptionnellement bonnes.

» Dans tous les cas, cette polarisation est beaucoup plus forte que celle que donnerait la simple réflexion métallique, et ne peut lui être attribuée. On doit donc admettre que la diffraction extérieure à l'ombre géométrique

polarise la lumière perpendiculairement au bord de l'écran et produit ainsi un effet complémentaire de celui de la diffraction intérieure ([1]).

» 3. Les théories de la polarisation par diffraction qui ont été données par Stokes, Eisenlohr et d'autres auteurs, sont en contradiction complète avec la plupart des phénomènes observés dans cette série de recherches et, en particulier, avec les effets complémentaires des deux genres de diffraction. Ce désaccord semble indiquer qu'un élément important de la question a été négligé dans ces essais théoriques, et cet élément paraît être l'action du bord de l'écran sur le mouvement lumineux. L'influence manifeste de l'épaisseur de ce bord, ainsi que les effets si caractéristiques que produisent les divers métaux, montre avec évidence que la matière même de l'écran entre en relation avec le mouvement vibratoire, pendant qu'il contourne l'obstacle qui lui est opposé. Par un mécanisme encore inconnu, les vibrations polarisées perpendiculairement au bord de l'écran sont rejetées en dehors de l'ombre géométrique; les vibrations polarisées parallèlement au bord pénètrent, au contraire, dans cette ombre. Pendant ce cheminement au voisinage du métal se produisent les colorations remarquables que nous avons décrites, et qui dépendent à la fois de sa couleur superficielle et de la grandeur de son pouvoir réflecteur. Ces divers phénomènes nous mettent en présence d'une relation nouvelle entre le mouvement lumineux et les corps métalliques, différente de celle qui se manifeste par la réflexion, mais qui présente avec celle-ci une parenté évidente que la théorie devra préciser. »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes que présentent les gaz permanents évaporés dans le vide; sur la limite de l'emploi du thermomètre à hydrogène et sur la température que l'on obtient par la détente de l'hydrogène liquéfié.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer les résultats de mes recherches, qui rectifieront à différents points de vue plusieurs assertions et déterminations relatives aux gaz permanents, qui ont été in-

---

([1]) Dans toutes ces expériences, le bord de l'écran est perpendiculaire aux rayons incidents. Si, au contraire, ces rayons forment un petit angle avec le bord (10° à 20°), cette diffraction oblique manifeste d'autres phénomènes. La lumière incidente étant naturelle, la diffraction intérieure, donne une polarisation elliptique bien marquée qui, dans certains cas, n'est pas éloignée d'être *circulaire* et *complète*.

sérées aux *Comptes rendus*. Je demanderai également la permission de décrire les expériences qui ont eu pour but de mesurer la température de l'hydrogène, qui se trouve à l'état de liquéfaction momentanée.

» 1. Je parlerai d'abord de la mesure des températures très basses. Il est clair qu'à la température à laquelle l'hydrogène n'est plus soumis aux lois de Gay-Lussac et de Mariotte, l'emploi du thermomètre à hydrogène devient illusoire. Ayant étudié la relation qui existe entre la force électromotrice et la température dans la pile thermo-électrique, composée de cuivre et de maillechort, j'ai remarqué que l'équation qui représente cette relation entre + 100° et — 130° C. exprime d'une manière très exacte cette même relation entre + 100° et — 193° C. Ainsi, si l'on mesure, à l'aide de cette pile, calibrée entre + 100° et — 130° C., la température d'ébullition de l'oxygène sous la pression atmosphérique, on obtient, selon que l'oxygène est pur ou contient des traces d'azote, — 181°,5, — 184° et — 186° C., c'est-à-dire les nombres que donne le thermomètre à hydrogène lorsqu'on l'emploie en même temps que la pile. Si l'on mesure la température de l'ébullition de l'azote sous la pression atmosphérique, on trouve avec l'un ou l'autre procédé — 193° C. Ainsi la pile calibrée entre + 100° et — 130° C. remplace complètement le thermomètre à hydrogène entre + 100° et — 193° C.

» La relation établie entre la température et la force électromotrice comprenant un intervalle de 293° C.; il est naturel de supposer que, étant donnée la régularité de cette relation, elle peut s'appliquer à des températures qui ne s'écartent pas trop des limites. Ainsi, l'on peut admettre que la pile dont je me sers mesure les températures plus basses que — 193° C. avec la régularité du thermomètre à gaz parfait.

» Dès lors, si l'on compare les indications de cette pile avec celles d'un thermomètre à hydrogène, on voit que ce thermomètre, à partir de — 193° C., indique des températures plus basses que la pile, c'est-à-dire que l'hydrogène, à partir de cette température, se contracte plus que ne l'exigent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac et qu'il ne peut plus être employé comme substance thermométrique. Cet écart est d'autant plus grand que la température est plus basse. On a donné, par exemple, dans les *Comptes rendus*, pour les températures de solidification de l'oxyde de carbone et de l'azote — 207° et — 214° C. La pile indique, pour ces températures, — 199° et — 203° C. L'écart du thermomètre à hydrogène est donc, dans le premier cas, de 8° et, dans le second, de 11°. Ainsi tous les nombres relatifs à l'évaporation des gaz permanents dans le vide, qu'on a publiés dans les

Comptes rendus, se trouvent inférieurs à la réalité. Je me permets de communiquer à l'Académie le Tableau suivant, comprenant les déterminations faites avec la pile thermo-électrique :

Tension des vapeurs.	Températures.	Tension des vapeurs.	Températures.	Tension des vapeurs.	Températures.
	Oxygène.			*Azote.*	
cm	°C	cm	°	cm	°
74,0....	−181,5	5,9....	−195,13	74,0....	−193
16,0....	190	5,8....	195,3	12,0....	201
14,0....	190,05	5,6....	195,44	10,0....	201,25
10,0....	190,5	5,4....	195,5	8,0....	201,7
9,0....	190,8	5,2....	196,0	7,0....	202,5
8,6....	191,35	5,0....	196,2	6,0....	204
8,4....	191,6	4,7....	196,3	4,2....	206
8,2....	191,88	4,4....	196,6		
8,0....	191,98	4,2....	197,5	*Oxyde de carbone.*	
7,8....	192,13	4,0....	197,7		
7,7....	192,3	3,8....	198,0	73,5....	−190
7,6....	192,31	3,6....	198,3	16,0....	197,5
7,4....	192,53	3,2....	198,7	14,0....	198,4
7,1....	192,71	3,0....	198,7	12,0....	198,5
6,8....	193,1	2,8....	199,25	11,2....	198,75
6,4....	193,56	2,6....	199,4	10,0....	198,83
6,2....	194,2	2,2....	199,95	6,0....	201,5
6,0....	194,4	2,0....	200,4	4,0....	201,6

» L'inspection de ces nombres montre clairement qu'on n'abaisse plus la température que de quelques degrés au-dessous de — 200° lorsqu'on évapore ces gaz dans le vide, comme je l'ai déjà montré dans ma Note du 21 avril 1884.

» 2. Quant à l'air atmosphérique, je dois ici remarquer que ses lois de liquéfaction ne sont pas celles d'un gaz simple, comme on l'avait prétendu. L'air se comporte comme un mélange, dont les composants sont soumis aux différentes lois de la liquéfaction.

» 3. L'hydrogène soumis à la pression de 180^{atm} jusqu'à 190^{atm}, refroidi par l'azote bouillant dans le vide (à la température de sa solidification) et détendu brusquement sous la pression atmosphérique présente une mousse bien visible. De la couleur grise de cette mousse, où l'œil ne peut distinguer des gouttelettes incolores, on ne peut pas encore deviner quelle apparence aurait l'hydrogène à l'état de liquide statique et l'on est

encore moins autorisé à préciser s'il a ou non une apparence métallique.

» J'ai pu placer dans cette mousse ma pile thermo-électrique et j'ai obtenu suivant les pressions employées des températures de $-208°$ jusqu'à $-211°C$. Je ne peux pas encore dire dans quelle relation se trouvent ces nombres avec la température réelle de la mousse ou avec la température d'ébullition de l'hydrogène sous la pression atmosphérique, puisque je n'ai pas encore la certitude que la faible durée de ce phénomène ait permis à la pile de se refroidir complètement. Néanmoins, je crois aujourd'hui de mon devoir de publier ces résultats, afin de préciser l'état actuel de la question de la liquéfaction de l'hydrogène. »

PHYSIQUE. — *Influence de la dilution sur le coefficient d'abaissement du point de congélation des corps dissous dans l'eau.* Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« Le *coefficient d'abaissement* du point de congélation d'une substance dissoute dans l'eau est, comme on sait, la quantité $\frac{C}{P}$ que l'on obtient en divisant l'abaissement C du point de congélation par le poids P de substance contenue dans 100^{gr} d'eau. MM. Rudorff et de Coppet ont recherché comment le coefficient d'abaissement varie avec le degré de concentration des dissolutions, mais leurs expériences n'ont porté que sur des dissolutions salines. J'ai repris cette étude, et je l'ai étendue aux acides, aux bases et aux composés organiques. Je me suis surtout attaché à déterminer les coefficients d'abaissement entre $0°$ et $-4°$, ou plutôt entre $-0°,20$ et $-4°$; car, entre $0°$ et $-0°,20$, les nombres trouvés ne présentent pas assez d'exactitude pour entrer en ligne de compte. Le meilleur moyen de représenter les résultats m'a paru être le suivant : j'ai pris pour abscisses les abaissements C du point de congélation et, pour ordonnées, les coefficients d'abaissement $\frac{C}{P}$, calculés en prenant pour P les poids de matière *anhydre* dissous dans 100^{gr} d'eau. Les courbes ainsi obtenues sont simples, sans sinuosités, et ressemblent à des arcs d'hyperboles. La partie la plus courbe de ces arcs est voisine de l'axe des ordonnées et tourne sa convexité du côté de l'axe des abscisses. La partie la moins courbe s'éloigne, au contraire, de l'axe des ordonnées en devenant de plus en plus rectiligne.

» En général, la partie rectiligne de chaque courbe diffère déjà peu d'une droite, dès que le point de congélation est inférieur à $-2°$, ou dès

que la dissolution renferme plus d'une molécule de matière dans 2^{lit} d'eau. Cette partie rectiligne peut, d'ailleurs, se diriger parallèlement à l'axe des abscisses, ou s'en écarter, ou s'en rapprocher. Les deux premiers cas se présentent quand le corps dissous suit la loi de Blagden. La partie rectiligne de la courbe s'écarte alors de l'axe des abscisses, ou lui est parallèle, suivant que le corps existe en dissolution à l'état hydraté ou à l'état anhydre; mais cette circonstance n'apporte aucune incertitude dans la détermination du coefficient d'abaissement normal. C'est un point qui a été bien établi par MM. Rudorff et de Coppet, et il n'y a pas lieu d'y revenir ici. Les choses ne sont plus aussi simples, lorsque la partie rectiligne de la courbe se rapproche de l'axe des abscisses, c'est-à-dire lorsque $\frac{C}{P}$ diminue à mesure que C augmente, comme cela arrive avec les azotates. M. de Coppet, qui a remarqué cette anomalie, l'a attribuée à une altération du corps dissous, sans d'ailleurs rien préciser. Je crois, pour mon compte, que cet effet résulte de ce que quelques molécules dissoutes se réunissent en une seule, lorsque le degré de concentration vient à augmenter. Si, dans une dissolution non saturée d'un composé déterminé, on introduit une nouvelle quantité du même composé, celle-ci se partage en deux lots qui se portent, l'un sur la substance déjà dissoute, l'autre sur l'eau dissolvante, et proportionnels aux nombres des molécules de l'une et de l'autre. La partie qui se porte sur le composé dissous s'y fixe, pour former des molécules plus condensées et sans augmenter l'abaissement du point de congélation; la partie qui se porte sur l'eau dissolvante s'y dissout dans son état primitif et augmente l'abaissement du point de congélation, conformément à la loi de Blagden. Dès lors, le coefficient d'abaissement $\frac{C}{P}$ diminue, et sa diminution est proportionnelle à l'accroissement de l'abaissement du point de congélation. La courbe qui le représente est donc une droite qui se rapproche de l'axe des abscisses, comme cela arrive pour l'azotate de soude. Cette droite, prolongée suffisamment, rencontre l'axe des ordonnées en un point dont l'ordonnée représente le coefficient d'abaissement de la substance supposée dissoute sans condensation, c'est-à-dire qu'elle représente son coefficient d'abaissement normal. Cette valeur, ainsi déterminée, satisfait mieux que toute autre aux lois générales que j'ai fait connaître antérieurement (*Comptes rendus*, t. XCV à XCIX).

» Considérons maintenant les courbes des coefficients d'abaissement dans leur partie voisine de l'axe des ordonnées et correspondant à des dis-

solutions assez étendues pour se congeler entre 0° et — 1°. Chaque courbe, dans cet intervalle, présente une forme particulière, qu'aucun observateur n'a remarquée jusqu'ici : cette forme est celle d'un arc, qui se relève plus ou moins rapidement à l'approche de l'axe des coordonnées et tend à lui devenir tangent. Elle montre ainsi que le coefficient d'abaissement d'un composé quelconque s'accroît par la dilution, et prend des valeurs de plus en plus supérieures à la valeur normale. Or un tel accroissement révèle toujours une augmentation dans le nombre des molécules et, par conséquent, une décomposition partielle de la matière dissoute. On est donc obligé, en présence du fait que je signale, de conclure que tous les corps se décomposent plus ou moins dans les dissolutions très étendues. Nous savions déjà, par les travaux de M. Berthelot (*Mécanique chimique*, Liv. IV, Ch. VIII), qu'il en est ainsi pour bon nombre de sels. Il paraît maintenant que les sels ne sont pas les seuls corps qui puissent ainsi se décomposer dans un grand excès d'eau, et que l'acide sulfurique, l'alcool, l'acide tartrique, le sucre, par exemple, y subissent aussi, quoique à un degré très inférieur, un commencement de dissociation. »

ACOUSTIQUE. — *Sur les formes vibratoires des plaques carrées.* Note de M. C. Decharme.

« Pour étudier les formes vibratoires des plaques, j'ai substitué au sable dont on les recouvre ordinairement, pour déceler les nodales, une mince couche d'eau qui montre, au contraire, par les quadrillages et les *réseaux* que présente le liquide, la position et l'étendue des ventres de vibrations. J'ai distingué des réseaux périphériques et des réseaux excentriques et indiqué le moyen de les produire ainsi que leur correspondance avec les figures acoustiques de Chladni. Tous les détails donnés à ce sujet pour les plaques circulaires, comme aussi les dispositions expérimentales (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 251) peuvent s'appliquer aux plaques carrées.

» J'indiquerai seulement quelques résultats comparatifs obtenus avec trois plaques carrées en laiton (construites par les soins de M. Kœnig), ayant $0^m,40$, $0^m,30$ et $0^m,20$ de côté et même épaisseur $1^{mm},5$. En faisant produire à chacune d'elles les mêmes figures nodales ou les mêmes réseaux, successivement, au nombre de 4, 6, 8, 10, 12, 14 et 16, on trouve que :

» 1° Les nombres de vibrations des sons correspondants sont proportionnels aux nombres des *réseaux excentriques* (même loi que pour les plateaux circulaires).

» Quant à la loi relative aux réseaux périphériques, je ne l'ai pas encore suffisamment vérifiée.

» 2° Les nombres de vibrations sont inversement proportionnels aux carrés des côtés (loi déjà connue pour les plaques de même épaisseur).

» 3° Par suite, il y a un intervalle constant, une sixième et demie environ, entre les sons rendus par la première plaque et la seconde (pour des réseaux semblables), et une neuvième et demie entre ceux de la seconde plaque et de la troisième; par conséquent deux octaves entre les sons de la première plaque et de la troisième.

» 4° Les intervalles des sons rendus par les trois plaques, pour chaque groupe de réseaux de même figure, sont : entre 4 et 6 réseaux, plus grands qu'une *quarte;* entre 6 et 8 réseaux, une *quarte;* entre 8 et 10 réseaux, une *tierce et demie ;* entre 10 et 12, une *tierce et demie ;* entre 12 et 14, une *seconde et demie;* de même entre 14 et 16 réseaux. Ces résultats ne sont qu'approximatifs; il faudrait les remplacer par les nombres de vibrations correspondants, exactement déterminés.

» 5° Toutes les parties d'une même figure vibrent à l'unisson, malgré leurs différences de forme et d'étendue, car les stries constitutives de tous ces réseaux liquides simultanés ont même largeur, laquelle peut servir à déterminer la longueur d'onde. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouveau dispositif de pile thermo-électrique.* Note de MM. **Clamond** et **J. Carpentier**, présentée par M. E. Becquerel.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, en avril 1874 [1], un modèle de pile thermo-électrique chauffée au gaz. Cette pile, malgré certains défauts qui compromettaient sa durée, s'est répandue, et, dans les mains d'opérateurs soigneux, elle n'a pas été sans rendre des services.

» J'ai récemment apporté à la construction de cette pile des perfectionnements importants qui, introduits par M. Carpentier dans la fabrication industrielle, rendent l'appareil éminemment pratique.

» Nous venons aujourd'hui soumettre à l'Académie deux des nouveaux modèles.

» Les couples dont ils sont formés sont constitués par des lames de fer ou de nickel et des barreaux d'alliage antimoine-zinc.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 102.

» M. E. Becquerel a établi que cet alliage donne son maximum de pouvoir thermo-électrique lorsque les deux métaux sont mélangés dans le rapport de leurs équivalents, et que de faibles variations dans ses proportions en entraînent de très grandes dans l'énergie des couples.

» Un procédé méthodique, dans lequel réside un tour de main de la coulée, nous permet actuellement d'obtenir une composition de l'alliage aussi exacte que constante.

» Chaque couple atteint le maximum de sa force électromotrice à la température de la fusion : ce maximum est de $\frac{1}{10}$ de volt pour les couples fer-alliage et de $\frac{1}{8}$ environ pour les couples nickel-alliage.

» Pour éviter les dangers auxquels la pile est exposée, quand la température arrive à cette limite, le chauffage est combiné de manière à la maintenir sensiblement au-dessous; et la force électromotrice, utilisée en marche normale, est intentionnellement restreinte à $\frac{1}{14}$ de volt pour un couple fer-alliage et $\frac{1}{12}$ pour un couple nickel-alliage.

» La disposition qui modère le chauffage rend en même temps inoffensifs les coups de feu accidentels. Elle consiste dans l'emploi de pièces spéciales, en terre réfractaire, dont le rôle est ainsi complexe. Ces pièces sont formées d'une paroi cylindrique mince, autour de laquelle rayonnent des cloisons destinées à séparer les éléments d'une même couronne. Façonnées par compression dans des moules fort précis, elles sont, après la cuisson, pour ainsi dire identiques et, dans leur superposition, constituent un tube bien continu à l'intérieur duquel a lieu la combustion.

» La coulée de tous les éléments d'une même couronne s'opère d'un seul coup. La pièce de terre étant placée au centre d'un moule circulaire, avec les lames de fer-blanc ou de nickel disposées convenablement, un jet de l'alliage fondu vient remplir les vides et, par refroidissement, former la chaîne thermo-électrique. Chaque élément prend ainsi naissance dans une sorte d'alvéole d'où il ne doit plus sortir, et l'on comprend que si, d'une part, il se trouve défendu contre l'action directe de la flamme par la paroi cylindrique mince qui l'en sépare, d'autre part, sa fusion momentanée ne présenterait guère d'inconvénient, puisqu'au refroidissement il reprendrait la forme que lui a donnée tout d'abord la cellule qu'il remplit.

» La pile se monte en superposant un certain nombre de couronnes semblables emboîtées l'une sur l'autre. Les pôles de chaque couronne viennent aboutir à une même traverse verticale sur laquelle, par un jeu de bornes et de lames, il est aisé de combiner les groupements de couronnes suivant les applications qu'on a en vue.

» Le démontage de la pile est aussi simple que son montage, et quiconque en fait usage peut, à l'occasion, sans outil, opérer le remplacement d'une couronne endommagée. Le brûleur est un tube en terre réfractaire, moulé avec la même précision que les pièces dont nous avons parlé précédemment, circonstance très favorable à une bonne combustion. Il repose, par son poids, dans une crapaudine conique, et il est centré dans le conduit de combustion par un croisillon fixé à sa partie supérieure. Sa mise en place et son enlèvement n'exigent que la peine de le poser ou de le soulever.

» Deux modèles ont été établis :

» L'un comprend 12 couronnes de 10 éléments petit module, soit 120 éléments : ses constantes, en marche normale, sont de 8^{volts} pour sa force électromotrice, et de $3^{ohms},2$ pour sa résistance. L'autre comprend 6 couronnes de 10 éléments gros module, soit 60 éléments; ses constantes, en marche normale, sont de $3^{volts},6$ pour sa force électromotrice, et de $0^{ohm},65$ pour sa résistance.

» La dépense de gaz, la même pour les deux modèles, est de 180^{lit} à l'heure.

» En résumé, les progrès réalisés consistent dans :

» 1° L'amélioration du rendement, sans élévation excessive de la température, obtenu par la composition exacte et constante de l'alliage;

» 2° La protection des éléments contre tout accident de fusion;

» 3° Les facilités de montage, démontage et entretien. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une pile à deux liquides*. Note de M. **A. Dupré**, présentée par M. Friedel.

« Dans le but d'augmenter la durée des piles à bichromate, j'ai essayé des liquides analogues à ceux en usage, dans lesquels tout ou partie de l'acide sulfurique était remplacé par une quantité équivalente d'acide azotique.

» En faisant fonctionner les piles montées avec ces liquides, je fus surpris de ne pas voir apparaître le dégagement attendu de vapeurs nitreuses; le bioxyde d'azote ou l'acide hypoazotique étaient fixés par l'acide chromique.

» Pour m'assurer de l'exactitude de ce fait, je fis arriver, pendant sept heures, un courant de bioxyde d'azote dans 200^{cc} d'une solution d'acide chromique dans l'acide nitrique : le gaz fut complètement absorbé.

» Il n'y avait plus à douter, la suppression des vapeurs nitreuses de la pile Bunsen était possible; je cherchai immédiatement à réaliser une pile mixte à base d'acides nitrique et chromique.

» Des mélanges plus ou moins complexes ont été essayés en vue de diminuer la résistance intérieure de l'élément; mais, ces expériences n'étant pas terminées, je me borne, pour prendre date, à indiquer les résultats obtenus avec un liquide dépolarisant, formé simplement d'acide nitrique, dans lequel on dissout 75^{gr} de bichromate de potasse par litre; autour du zinc, on peut employer de l'eau acidulée, du bisulfate de potasse, etc. Les résultats indiqués ci-après ont été obtenus avec une solution d'eau salée à 30 pour 100.

» Un élément rond, genre Bunsen (diamètre intérieur du zinc, $0^{m},086$; hauteur immergée dans la solution, $0^{m},125$), chargé avec 650^{cc} de solution salée et 350^{cc} de liquide dépolarisant, a travaillé, sans perte notable, pendant plus de quinze heures, en donnant 8 à 9 ampères et environ 2 volts, la force électromotrice variant avec la concentration de l'acide employé.

» L'acide nitrique étant d'un prix élevé, j'ai cherché à obtenir un liquide plus économique; on peut le préparer de la manière suivante : on dissout 510^{gr} de nitrate de soude pulvérisé dans 600^{cc} d'eau et l'on ajoute successivement 400^{cc} d'acide sulfurique ordinaire et 60^{gr} de bichromate de potasse pulvérisé.

» Ce liquide renferme tous les éléments du précédent, l'acide nitrique s'y trouve seulement à un plus grand état de dilution; cependant le mélange est bon conducteur et donne d'excellents résultats.

» Les mêmes éléments que ci-dessus, montés avec ce liquide, ont travaillé quinze heures en donnant environ 8 ampères et $1^{volt},5$ à $1^{volt},7$.

» Toutes ces mesures ont été prises à l'ampèremètre et au voltmètre Deprez-Carpentier (type d'atelier). Les constantes de la pile devront être prises plus exactement, mais les chiffres cités montrent déjà les avantages de cette pile pour l'éclairage, pour actionner les moteurs d'aérostats, etc.

» M. Thame avait proposé autrefois une pile à acide nitrique et acide chlorochromique; d'autre part, MM. Holmes et Burcke ont expérimenté dans les piles le mélange de nitrate de soude et d'acide sulfurique; je tiens à signaler ces essais antérieurs, que j'ignorais complètement au commencement de mes expériences.

» Les essais de MM. Thame, Holmes et Burcke ne paraissent pas avoir abouti pratiquement; il en a été de même de ceux dans lesquels les sels ferreux étaient employés pour retenir les vapeurs nitreuses.

» Mes expériences me font espérer qu'il n'en sera pas ainsi pour l'élément que je viens de décrire, le dégagement de vapeurs nitreuses est nul; pour rendre cet élément plus pratique encore, je le fais construire sous une forme particulière, dans laquelle les liquides ne pourront pas se mélanger pendant le repos; la nouvelle pile sera ainsi toujours prête à fonctionner. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne des éléments magnétiques à l'observatoire du Parc Saint-Maur pendant les années* 1883 *et* 1884. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note précédente ([1]), nous avons fait connaître les conditions d'installation du magnétographe de l'observatoire du Parc Saint-Maur; nous donnons aujourd'hui le résumé du dépouillement horaire des courbes relevées pendant les années 1883 et 1884. Les indications fournies par les appareils de variations ont été rapportées à des mesures absolues effectuées régulièrement une fois au moins par semaine, et les nombres relatifs aux composantes de la force terrestre ont été corrigés de la température, dont l'oscillation diurne n'atteint jamais plus de quelques dixièmes de degré. Le diagramme ci-après a été construit en utilisant toutes les observations horaires; aucune grande perturbation n'est d'ailleurs survenue pendant ces deux années.

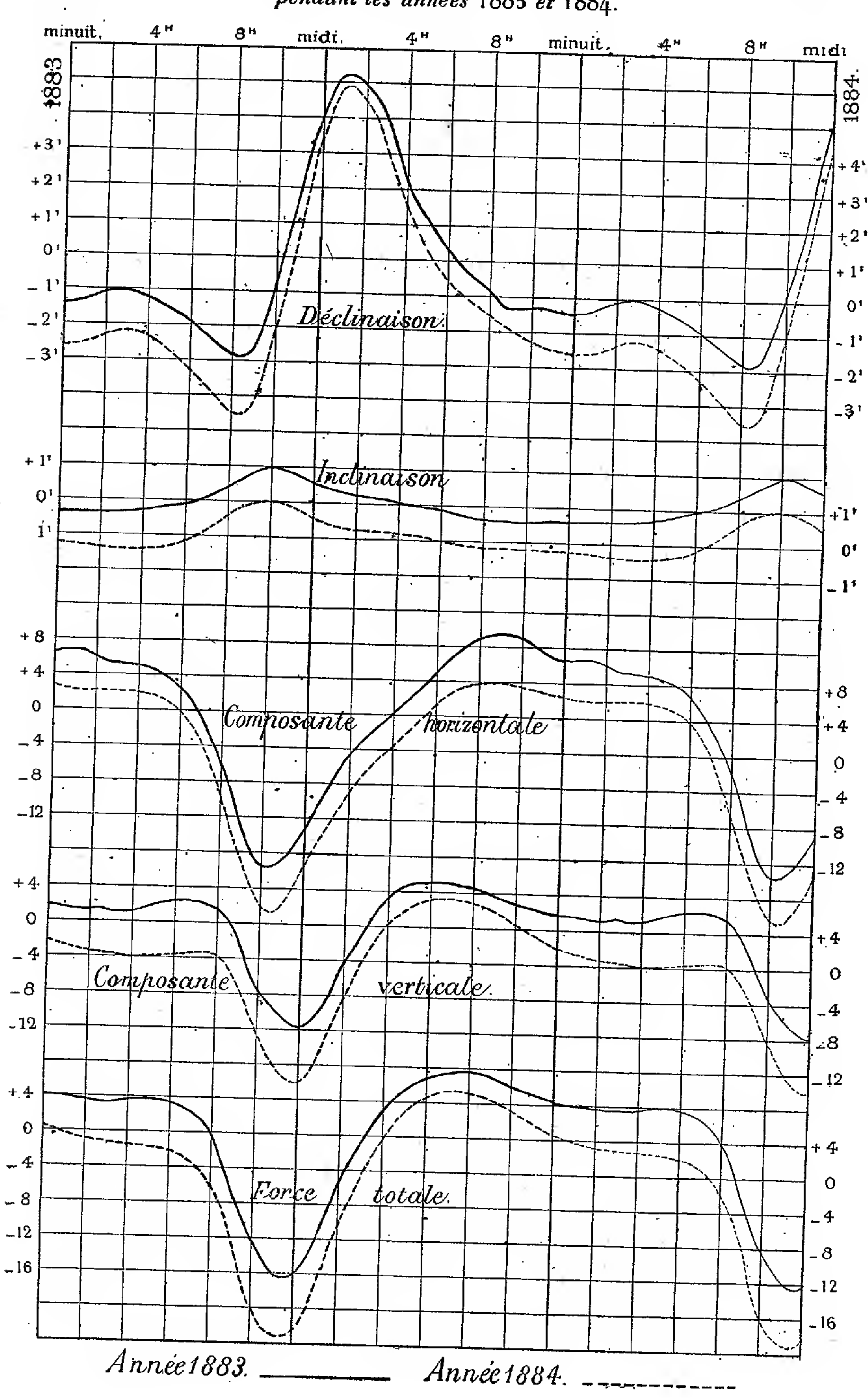
» *Déclinaison.* — La déclinaison passe chaque jour par deux minima et deux maxima; le minimum de l'oscillation principale se produit en moyenne vers $8^h 20^m$ du matin, et le maximum vers $1^h 20^m$ du soir. L'heure de ce maximum est assez constante dans le cours de l'année; le minimum au contraire a lieu vers 7^h en été et vers 9^h en hiver. L'amplitude de l'oscillation principale est de 9',9 en 1883 et de 10',9 en 1884; elle s'élève à 14' aux environs du solstice d'été et n'atteint pas 6' en hiver. Dans l'oscillation de nuit, le minimum se produit vers minuit et le maximum vers 3^h du matin.

» *Composante horizontale.* — Les courbes de la variation diurne de la composante horizontale H ne manifestent qu'une seule oscillation bien nette, dont le minimum a lieu en moyenne à $10^h 30^m$ du matin et le maximum vers 8^h ou 9^h du soir, plus tôt en hiver, plus tard en été. La variation diurne, en valeur relative, atteint pendant l'été 0,00221, et cette variation

---

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 134; 1885.

Variation diurne des éléments magnétiques à l'Observatoire du parc Saint-Maur, pendant les années 1883 et 1884.



tombe à 0,00082 pendant l'hiver; la moyenne annuelle en unités C.G.S. est de 0,00031 en 1883 et 0,00032 en 1884.

» *Composante verticale.* — Les courbes de la composante verticale Z montrent une double oscillation diurne. Dans l'oscillation principale, le minimum tombe à midi et le maximum entre 6^h et 7^h du soir. L'amplitude relative s'élève en été à 0,00076; en hiver elle est seulement de 0,00021; la moyenne annuelle en unités C.G.S. est de 0,00018 en 1883 et 0,00022 en 1884. L'oscillation secondaire se produit le matin, le minimum a lieu vers 4^h et le maximum vers 7^h ou 8^h; elle est d'ailleurs extrêmement faible.

» *Inclinaison.* — La variation diurne de l'inclinaison I a été déduite de celle des deux composantes au moyen de la relation $\tang I = \frac{Z}{H}$. La courbe met en évidence une oscillation unique dont le maximum seul est nettement accusé. Ce maximum se produit en moyenne à 10^h du matin; l'inclinaison diminue ensuite très lentement jusque vers le milieu de la nuit, puis se relève jusqu'au maximum suivant. La variation diurne de l'inclinaison est d'environ 2',5 en été et seulement de 1',0 en hiver; la moyenne est de 1',8 en 1883 et 1',9 en 1884.

» *Force totale.* — La force totale T a été calculée au moyen de la formule $T = \frac{H}{\cos I}$. Dans l'oscillation principale, le minimum tombe à $11^h 30^m$ du matin et le maximum entre 7^h et 8^h du soir; l'amplitude de cette oscillation est environ 0,00026 de l'intensité en hiver et atteint 0,00092 en été; la moyenne annuelle en unités C.G.S. est de 0,00025 en 1883 et 0,00029 en 1884. L'oscillation secondaire est à peine sensible, surtout en 1884; toutefois l'allure de la courbe semble en montrer le minimum à 3^h et le maximum à 5^h du matin. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la profondeur à laquelle la lumière du jour pénètre dans les eaux de la mer.* Note de MM. **H. Fol** et **Ed. Sarasin.**

« Dans une Note précédente (¹), nous avons eu l'honneur de rendre compte à l'Académie des expériences que nous avons faites dans le lac de Genève en vue de déterminer la limite de la pénétration de la lumière du soleil dans l'eau, et nous annoncions l'intention de faire des recherches analogues dans la mer.

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 783, 10 novembre 1884.

» Grâce à l'entremise obligeante de M. le Dr J. Barrois, directeur de la station zoologique de Villefranche-sur-Mer, l'*Albatros*, aviso de la marine française, a été mis à notre disposition pour plusieurs jours. Le concours éclairé et empressé de M. le lieutenant de vaisseau d'Aboville, qui commande ce bâtiment, et de tous les officiers du bord ont puissamment contribué à la réussite de ces expériences délicates.

» Notre procédé a été le même que pour les expériences dans le lac. Une plaque photographique au gélatinobromure d'argent, du Dr Monckhoven, est immergée à une profondeur donnée dans l'appareil qui y reste ouvert pendant un temps déterminé. Cette fois, nous dûmes préserver la couche sensible contre l'action chimique de l'eau de mer, en l'enduisant d'une forte couche de vernis au bitume. L'impression lumineuse se faisait par le dos de la plaque et à travers l'épaisseur du verre. Des lavages répétés à l'essence de térébenthine et à l'alcool absolu suffisaient à enlever le vernis avant de procéder au développement. Comme précédemment, nous avons employé le révélateur à l'oxalate de fer que nous laissions agir chaque fois pendant dix minutes.

» Les expériences ont eu lieu le 25 et le 26 mars dernier et ont été favorisées d'un temps beau et calme. C'est au large du cap Ferrat, qui protège l'entrée de la rade de Villefranche, que nous trouvâmes les profondeurs qu'il nous fallait, à savoir celles de 400^m à 600^m. Laissant de côté les plaques d'un moindre intérêt, nous citerons les suivantes qui nous paraissent suffire à résoudre le problème que nous nous étions posé :

» *a*. Entre 10^h30^m et 10^h40^m, plaque exposée à la profondeur de 200^m pour commencer; le bateau marchant à la dérive, il fallut lâcher encore 60^m de corde, pour éviter la fermeture prématurée de l'appareil.

» *b*. De 12^h45^m à 12^h50^m, à la profondeur de 280^m.

» *c*. Entre 11^h30^m et 11^h40^m, à la profondeur de 345 à 350^m.

» *d*. Entre 10^h55^m et 11^h5^m, à la profondeur de 360^m.

» *e*. De 10^h15^m à 10^h25^m, à 380^m de profondeur. Cette expérience a eu lieu dans des circonstances tout particulièrement favorables; il n'y avait ni brise ni houle, le bateau est resté absolument immobile, la ligne parfaitement verticale, en sorte que nous n'avons pas été obligés de lâcher de la corde pendant la durée de l'exposition.

» *f*. De 1^h20^m à 1^h30^m, par un temps couvert, mais encore assez lumineux, à la profondeur de 405 à 420^m.

Toutes ces plaques, à l'exception de la plaque *f*, ont été exposées par un beau soleil.

» Au développement, les plaques *a* et *b* se sont montrées fortement surexposées. Sur les plaques *c*, *d* et *e*, la force de l'impression va en diminuant d'une manière très régulière avec l'augmentation de la profondeur.

Sur la plaque *e*, la force de l'impression est notablement inférieure à celle d'une exposition de même durée à l'air, par une nuit claire et sans lune. Elle est comparable à celle d'une exposition de moitié plus courte, soit de cinq minutes seulement, dans ces dernières conditions.

» Enfin, la plaque *f* ne porte plus la moindre trace d'une impression quelconque. Il est sans doute à regretter que cette dernière expérience n'ait pas eu lieu, comme les autres, par un temps tout à fait clair. Mais le degré d'impression de la plaque *e*, de 380^m, est déjà si faible, qu'on en peut conclure, avec assez de certitude, que la limite extrême ne pouvait pas être à plus d'une vingtaine de mètres plus bas. D'autre part, les expériences faites dans le lac de Genève nous ont appris que la dispersion de la lumière du soleil par une légère couche de nuages n'amène pas une diminution notable dans la profondeur qu'elle peut atteindre dans l'eau.

» Nous nous croyons donc en droit de conclure de nos expériences, que : au mois de mars, au milieu du jour et par un beau soleil, les dernières lueurs de l'éclairage diurne s'arrêtent à 400^m de la surface, dans la Méditerranée.

» Après ces résultats, ceux des expériences que nous avons encore continuées, depuis la publication de notre dernière Note à l'Académie, dans le lac de Genève, pour le compte de la commission présidée par M. L. Soret, n'ont plus qu'un intérêt, pour ainsi dire, local. A l'absorption propre de l'eau vient ici s'ajouter celle qui résulte des particules en suspension, plus ou moins abondantes selon le niveau. Nous tenions cependant à élucider un point intéressant, relatif à l'influence des saisons sur le degré de la transparence de ces eaux.

» On sait que les expériences de M. Forel, de Morges, ont montré que le papier photographique albuminé au chlorure d'argent se noircit, en hiver, jusqu'à une profondeur de 100^m, tandis qu'en été il ne subit pas d'altération au delà de 45^m. Il était intéressant de savoir si cette variation de transparence avec la saison est propre aux couches superficielles, ou bien si la même loi se vérifie aussi à des niveaux inférieurs.

» Le 18 mars de cette année, nous nous rendîmes au milieu du lac sur le *Sachem*, yacht à vapeur de M. E. Reverdin, que son propriétaire mit à notre disposition avec une parfaite obligeance. Comme dans les précédentes expériences sur le lac, M. F.-A. Forel voulut bien nous accompagner et nous aider. Le temps était assez clair; une légère couche de nuages dispersait la lumière sans arrêter complètement les rayons directs du So-

leil. Nous exposâmes, toujours par les mêmes moyens, les plaques suivantes :

Plaque n° 10 : De $9^h 20^m$ à $9^h 30^m$, par 158^m de profondeur.
Plaque n° 11 : De 10^h à $10^h 10^m$, à 192^m de profondeur.
Plaque n° 12 : De $10^h 30$ à $10^h 40^m$, à 235^m de profondeur.
Plaque n° 13 : De $11^h 10^m$ à $11^h 20^m$, par 240^m à 245^m.
Plaque n° 14 : De $11^h 48^m$ à $12^h 23^m$, par 280^m à 300^m.

» La durée de l'exposition a donc été uniformément de dix minutes pour toutes, sauf la dernière qui est restée à découvert, par 280^m, pendant trente-cinq minutes. Malgré cela, pas la moindre trace d'impressionnement n'est visible, ni sur cette plaque, ni sur les plaques n° 13 et n° 12. Le cliché n° 11 se montre très faiblement impressionné, à peu près comme la plaque *e* de 380^m en mer. Enfin, la plaque n° 10 de 158^m est à peu près de même force que le cliché *e*. Nous plaçons à 200^m environ l'extrême limite de la pénétration du jour dans le lac de Genève en hiver.

» Il résulte de la comparaison entre cette série d'expériences et les précédentes, que la lumière ne descend en mars qu'à 20^m ou 30^m plus bas qu'en septembre; avec le mois d'août, la différence est peut-être un peu plus considérable. Les couches d'eau situées au-dessous de 100^m échappent donc à la loi de variation de transparence établie par M. Forel pour les couches plus superficielles.

» Comparée aux séries de plaques exposées dans le lac, la série que nous avons rapportée de la Méditerranée frappe par sa graduation plus lente et plus régulière. Ceci fait naître l'idée que, tandis que dans le lac la lumière serait promptement interceptée par des couches profondes plus ou moins troubles, dans la Méditerranée, l'absorption propre de l'eau pure serait le principal, sinon l'unique facteur de l'arrêt des rayons lumineux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une déviation récente de la trajectoire des cyclones dans l'océan Indien*. Note de M. PELAGAUD, présentée par M. Faye.

« Un phénomène météorologique imprévu et nouveau dans ces parages s'est produit les 24, 25 et 26 février dernier sur la côte nord-est de Madagascar.

» Depuis près de quatre siècles que les navigateurs fréquentent l'océan

Indien méridional, les ouragans à forme circulaire qui le traversent fréquemment de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest pendant l'été austral s'arrêtaient, dans leur marche vers l'ouest, à peu près à la longitude de l'île Bourbon et, y recourbant leur trajectoire, allaient se perdre dans les mers du sud sans atteindre les côtes de Madagascar, situées à 7° ou 8° plus à l'ouest.

» Ces côtes étaient bien de temps en temps fouettées par des tempêtes, mais par des tempêtes ordinaires et ne présentant aucun des signes caractéristiques des cyclones. C'était une sorte d'axiome à Madagascar que la grande île n'avait pas à redouter les ouragans de ce genre; son immunité sur ce point était devenue un véritable lieu commun, qui servait de thème aux comparaisons des créoles de Maurice et de Bourbon dégoûtés de leur pays.

» Désormais, il n'en sera plus ainsi. Un cyclone, aussi nettement caractérisé que possible, est venu ravager, du 24 au 26 février 1885, la côte nord-est de Madagascar, et la plupart des désastres qu'il a causés à la flotte française ont été dus certainement à l'erreur dans laquelle on vivait au sujet de l'immunité des côtes malgaches et à la confiance si peu justifiée qui en était la conséquence.

» Il paraît donc d'une indiscutable utilité pratique, en même temps que d'un intérêt scientifique de premier ordre, de rechercher si c'est exceptionnellement et sans probabilité de voir se renouveler ce phénomène que le cyclone des 24-26 février a passé sur Madagascar, ou bien si ce changement de route dans la marche de ce météore n'est pas dû à des causes générales et permanentes qui le reproduiront désormais.

» M'appuyant sur des observations que je vais demander à l'Académie la permission de lui résumer, j'avais, dans une Note publiée le 6 février dernier, dans un journal de la Réunion, le *Créole*, annoncé ce changement de route, et l'événement étant venu confirmer si vite ce qui n'était à cette époque qu'une simple hypothèse, il ne paraît pas hors de propos d'exposer les raisons qui m'avaient amené à la concevoir.

» Si l'on se reporte aux Tableaux qui accompagnent ce Mémoire, on verra que la tempête qui a passé sur Tamatave les 24-26 février présente les caractères les plus indiscutables d'un cyclone. Je dois les chiffres des observations qui m'ont servi de base pour la confection de ces diagrammes à l'obligeance de M. Imhoff, commandant du *Scorf*, qui se trouvait à Tamatave et en a été quitte, grâce à la puissance de sa machine, pour la

perte de ses quatre ancres et de nombreuses avaries dans sa coque et dans son gréement. J'étais moi-même à ce moment-là à Bourbon, où nous n'avons eu ni vent ni baisse barométrique, mais seulement une mer démontée qui a commencé à Saint-Benoît, au nord-est de l'île, le 23 février, pour finir à Saint-Paul, au nord-ouest, le 28, nous indiquant ainsi, aussi clairement que possible, qu'un cyclone formidable passait à grande distance dans le nord-nord-ouest de l'île, sans pouvoir, contrairement à l'usage de ces ouragans, se rapprocher de nos parages.

» Un examen attentif de ces faits va nous fournir une explication plausible du changement de route des cyclones dans l'océan Indien.

» Il y a dix-huit mois, j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie diverses Notes sur les crépuscules colorés qui ont suivi l'éruption du détroit de la Sonde, et sur les apports de pierres ponces qui sont venus s'échouer peu de temps après, en quantité considérable, sur les rivages de Maurice et de Bourbon. Je faisais remarquer que, d'après les journaux de bord des nombreux navires qui touchent dans ces îles, ces crépuscules, après avoir resplendi sur la surface presque entière du globe, se sont éteints à peu près partout, sauf sur une ligne partant du détroit de la Sonde et passant par Bourbon pour aller se perdre dans l'océan Austral. Cette ligne concorde à peu près exactement avec la trajectoire ordinaire des cyclones dans l'océan Indien.

» Depuis dix-huit mois, ces crépuscules n'ont pas cessé un seul des jours où le ciel était dépouillé de nuages d'illuminer nos parages, tandis qu'ils disparaissent, pour les navires qui vont à Madagascar ou en Australie, à peu près à une journée de navigation de nos côtes. Certaines fois, même, ils sont aussi brillants et aussi caractérisés qu'il y a un an. Si l'on attribue ces crépuscules à des courants de vapeur d'eau circulant dans les couches les plus élevées de l'atmosphère et si, d'autre part, on se rappelle que les innombrables pierres ponces qui sont venues échouer sur les rivages des îles Mascareignes témoignent de l'existence d'un courant marin sous-jacent à ce courant atmosphérique, on sera conduit à admettre que l'effondrement de l'île de Krakatoa a ouvert aux eaux chaudes de la mer de Java une issue par laquelle elles se précipitent dans l'océan Indien méridional et, le traversant en diagonale, viennent, comme le *Gulf-Stream* pour les îles Britanniques, s'arrêter à nos îles qu'elles enveloppent de leurs derniers remous.

» En effet, depuis deux hivernages, la climatologie de Bourbon paraît

étrangement modifiée. Plus de calmes, plus de cyclones, plus de brises folles et variables, mais des vents d'est ou de nord-est persistants, des raz de marée fréquents, comme pendant la saison des alizés, des pluies locales et non plus générales, un niveau barométrique élevé, qui atteint 767 au moment où j'écris, chose absolument anormale sous les tropiques pendant l'hivernage.

» Ces observations m'ont conduit à penser que ce courant permanent, et dans l'atmosphère et dans l'océan, pourrait s'opposer comme une véritable digue à la marche des cyclones à leur point de formation et infléchir leur route tantôt à droite, tantôt à gauche, en leur imposant à leur naissance une direction légèrement différente de celle qui leur était autrefois naturelle, alors que les calmes absolus de l'océan Indien leur laissaient une pleine et entière liberté.

» Nombre d'entre eux déjà ont été rencontrés par les paquebots de Calédonie, pendant l'hivernage dernier et les premiers mois de celui-ci, à l'est des Mascareignes, recourbant leur trajectoire beaucoup plus tôt qu'ils n'étaient accoutumés de le faire. Ce sont ceux qui avaient été déviés vers l'est. Celui de Tamatave représente le premier qui ait passé dans l'ouest [1]. »

M. Faye ajoute les remarques suivantes :

« La Lettre de M. Pélagaud soulève des questions du plus haut intérêt. Je dois pourtant faire remarquer que l'île de Madagascar n'a pas été dans le passé aussi exempte de cyclones que le dit l'auteur. Ainsi je citerai celui du 25 décembre 1852, qui a jeté à la côte un bâtiment de guerre, l'*Indienne*, au nord de Sainte-Marie, à 450 milles de la Réunion [2].

» L'ouragan célèbre de la *Belle-Poule*, du 15 mars 1846, a dû atteindre Madagascar. C'est certainement le cas du cyclone du 26-28 février 1860 qui a causé tant de malheurs aux vaisseaux qui ont quitté les rades de la Réunion sans se préoccuper des règles de manœuvre à suivre en cas de cy-

---

(1) M. Faye a pris sur lui de supprimer la dernière partie de cette intéressante Note, d'abord pour la réduire aux dimensions règlementaires, et ensuite dans l'espoir que des observations plus complètes, sur les phénomènes observés dans d'autres parties de Madagascar, permettront de mieux tracer la route du cyclone. (Note de M. *Faye*.)

(2) Voir Bridet, *Etudes sur les ouragans de l'hémisphère austral*.

clones. Enfin des tempêtes de ce genre débordent à l'ouest de Madagascar et entament le continent africain, témoin celui qui a surpris l'*Eglé*, le 1er avril 1858, dans le canal de Mozambique.

» Autant qu'on en peut juger d'ici, l'immunité actuelle de l'île de la Réunion dépend d'un phénomène encore mal connu, mais non exceptionnel. Les grands courants supérieurs de l'atmosphère sont des fleuves à lit variable. Pendant des périodes plus ou moins longues leur cours s'établit en certaines régions, après quoi il se déplace à l'est ou à l'ouest, pour revenir plus tard aux régions premières. Les cyclones qui y prennent naissance suivent dès lors une marche différente. C'est ainsi qu'en Chine, il y a peu d'années, les courants supérieurs avaient déserté la région placée au nord du fleuve Bleu qu'ils laissaient dans la sécheresse et la famine la plus cruelle. Ils se confinaient alors au sud de cette rivière et inondaient cette région. Au bout de quelques années ils ont repris leur course accoutumée et ramené la fertilité au nord de la Chine.

» Il en est sans doute ainsi des régions occidentales de l'océan Indien du sud. L'éruption du Krakatoa n'est pas en cause, à mon avis, pas plus que les courants de la mer qui ont amené les ponces sur les côtes de la Réunion. Toujours est-il que les phénomènes signalés par mon savant correspondant sont du plus haut intérêt. Espérons que des renseignements plus complets, venus de Madagascar, lui permettront d'en donner une explication définitive. »

M. **A.-Milne Edwards**, à la suite de cette Communication, fait remarquer que, d'après des renseignements qui lui ont été fournis par M. A. Grandidier, les cyclones ne sont pas aussi rares sur la côte de Madagascar que semble le croire M. Pélagaud. Ainsi, dans un Mémoire conservé au Dépôt des Cartes de la marine (vol. 84²), qu'accompagne un plan fait avec soin, le sieur Bouvet, qui commandait le navire de la Compagnie des Indes *les Treize-Cantons*, raconte avoir vu, en 1751, à Foulpointe, une île qu'un ouragan avait, l'année précédente, détachée de la terre ferme; il a même fait des sondages dans le chenal, qui était profond de plusieurs pieds. En outre, en 1865, lorsque M. Grandidier a abordé pour la première fois à Madagascar, il a trouvé la côte du nord-est en partie dépeuplée d'animaux à la suite d'un violent ouragan qui, peu auparavant, avait balayé la plage.

On ne peut donc pas dire que l'île de Madagascar ait jamais été, surtout dans sa partie septentrionale, complètement à l'abri des cyclones; ils

y sont toutefois moins fréquents que dans les parages des îles Mascareignes. Il ne faut pas croire, du reste, que ces dernières éprouvent régulièrement, chaque année, les terribles effets de ces météores; il y a de temps en temps des périodes de calme souvent assez longues.

THERMOCHIMIE. — *Sur les oxydes de cuivre*. Note de M. **Joannis**, présentée par M. Debray.

« On a signalé à diverses reprises l'existence d'oxydes de cuivre de compositions intermédiaires entre celle de l'oxydule Cu^2O et celle de l'oxyde noir CuO. En étudiant la dissociation de ce dernier corps, nous avons été amenés, M. Debray et moi, à n'admettre que l'existence des deux oxydes Cu^2O et CuO (*Comptes rendus*, t. XCIX).

» Les recherches qui sont l'objet de cette Note ont eu pour but de montrer, par une méthode toute différente, que les corps obtenus par la fusion des deux oxydes et qui présentent, suivant la température, des compositions variables (Cu^5O^3, d'après MM. Favre et Maumené; Cu^3O^2, d'après M. Schützenberger), n'étaient que des mélanges et non des combinaisons. Pour cela, j'ai cherché la chaleur dégagée lorsqu'on dissolvait un mélange des deux oxydes Cu^2O et CuO correspondant à la formule Cu^3O^2 dans un liquide approprié, puis j'ai comparé le nombre trouvé à celui que donnait un poids égal du mélange fondu de même composition, placé dans des conditions exactement identiques.

» J'ai d'abord essayé de dissoudre à froid ces oxydes de cuivre dans divers acides plus ou moins concentrés; les acides chlorhydrique, sulfurique, fluorhydrique, n'attaquent ces oxydes calcinés à haute température qu'avec une extrême lenteur; ils ne se prêtent pas, par suite, à une étude calorimétrique. L'action de l'acide iodhydrique est beaucoup plus énergique, mais encore un peu lente; après divers essais, je me suis arrêté au mélange suivant : acide chlorhydrique (contenant 91^{gr} d'acide par litre) et iodure d'ammonium, qui agit comme l'acide iodhydrique au point de vue des produits de la réaction, mais l'attaque était plus rapide qu'avec l'acide iodhydrique pur [1]. La réaction peut être exprimée par les formules suivantes :

$$Cu^2O + HI = Cu^2I + HO,$$
$$2CuO + 2HI = Cu^2I + I + 2HO.$$

---

[1] L'oxyde noir de cuivre est donc réduit par l'acide iodhydrique ou par les iodures

» Il y avait mise en liberté d'iode, et de l'iodure cuivreux se précipita en partie; cette précipitation était très incomplète à cause de la présence de l'iode libre et des sels ammoniacaux existant dans la liqueur. On a vérifié qu'en opérant soit sur le mélange simple, soit sur le mélange fondu, on obtenait exactement la même quantité d'iode mise en liberté; en même temps, l'acidité de la liqueur diminuait exactement de quantités égales avec les deux mélanges.

» Pour rendre les expériences absolument comparables, on avait eu soin de chauffer préalablement et séparément l'oxyde noir et l'oxydule qui servaient à faire les mélanges, à la même température que celle à laquelle le mélange fondu avait été porté; certains oxydes, en effet, dégagent, en se dissolvant dans les acides, des quantités de chaleur différentes selon la température à laquelle ils ont été chauffés.

» Les mesures calorimétriques se faisaient au moyen de l'appareil de M. Berthelot. Un tube à essai, muni d'un agitateur de forme spéciale, plongeait dans l'eau du calorimètre. On introduisait dans ce tube 2^{gr} d'oxyde et 20^{cc} d'acide chlorhydrique contenant 20^{gr} d'iodure d'ammonium en dissolution. L'attaque exigeait environ une demi-heure avec les oxydes passés au tamis de soie (n° 140). La durée de l'attaque était d'ailleurs la même pour le mélange simple et pour le mélange fondu.

» L'expérience étant assez longue, il était nécessaire de faire subir aux nombres observés certaines corrections. Ces corrections étaient calculées par la méthode de Regnault et Pfaundler; diverses précautions ont été prises en outre : on faisait toujours à la suite deux expériences, l'une avec le mélange simple, l'autre avec le mélange fondu, en commençant tantôt par l'un et tantôt par l'autre. On ramenait en outre, dans ces groupes de deux expériences, la température à être toujours la même à quelques centièmes de degré près pour avoir des corrections sensiblement identiques pour les deux expériences du même groupe. Pour chaque expérience, on déterminait les vitesses initiale et finale de réchauffement ou de refroidissement pendant quinze minutes environ. On se plaça à dessein dans des cas extrêmes où la correction était assez forte, tantôt positive et tantôt négative, et dans des cas où, par un choix convenable de la température initiale, la correction était au contraire très faible, afin de s'assurer que la méthode de correction employée était suffisamment précise : ainsi une ex-

---

en présence des acides, tels que l'acide chlorhydrique, comme le sont le sesquioxyde de fer et l'oxyde cérosocérique, dans les mêmes conditions.

périence faite avec le mélange simple a donné une élévation de température de 0°,800 et la correction a été de + 0°,054, soit une élévation de température corrigée de + 0°,854; dans une autre expérience, l'élévation de température (mélange fondu) a été de 1°,033, la correction était de − 0°,183 et l'élévation de température corrigée + 0°,850. Je cite seulement ces deux expériences, qui correspondent à la correction la plus forte et à la plus faible que j'ai eu occasion de faire.

» J'ai trouvé ainsi, pour la moyenne de la chaleur de dissolution de 2^{gr} du mélange simple et du mélange fondu, les nombres suivants :

Mélange simple ...	+ 0°,862	soit	+ $26^{Cal},33$	pour	$111^{gr},1$ (1 équiv.)
» fondu	+ 0,856	»	+ 26,15	»	111,1

Par conséquent le mélange fondu, qui avait pour composition Cu^3O^2, est formé sans dégagement ou absorption de chaleur, contrairement à ce qui se passe avec les oxydes salins des autres métaux.

Oxyde magnétique de fer $FeO + Fe^2O^3 = Fe^3O^4$ dégage .... + $4^{Cal},5$

» On aurait pu chercher de même si les mélanges fondus, ayant pour composition Cu^5O^3, sont formés, depuis les deux oxydes CuO et Cu^2O, sans dégagement de chaleur; mais une pareille recherche était inutile. Nous avons vu, en effet, d'après ce qui précède, que le mélange fondu Cu^3O^2, employé précédemment, n'était pas un composé défini; on doit le considérer, si l'on admet l'existence de Cu^5O^3 comme un mélange de Cu^5O^3 et de CuO,

$$2Cu^3O^2 = Cu^5O^3 + CuO.$$

Or ce mélange s'est comporté comme un mélange de Cu^2O et de CuO au point de vue de la chaleur de décomposition; Cu^5O^3 s'est donc comporté lui-même comme un pareil mélange.

» Les nombres que j'ai cités plus haut conduisent donc à cette conclusion, conforme à celle que nous avions tirée de la dissociation, M. Debray et moi : que les matières obtenues en fondant l'oxyde de cuivre à haute température ne présentent plus, lorsqu'elles sont revenues à la température ordinaire, qu'un mélange d'oxydule et d'oxyde noir. »

CHIMIE. — *Attraction s'exerçant entre les corps en dissolution et les corps solides immergés.* Deuxième Note de M. J. THOULET, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1072; déc. 1884), j'ai indiqué par quelles expériences j'ai vérifié le fait d'une action qui s'exerce entre les corps et peut s'exprimer de la façon suivante :

» I. *Il y a attraction entre un corps en dissolution et un corps solide immergé dans cette solution.*

» Des recherches nouvelles m'ont permis de connaître deux des autres lois régissant le phénomène.

» II. *Cette attraction s'exerce d'une façon instantanée.*

» J'ai pris une solution titrée de chlorure de baryum dans l'eau, et, après avoir préparé trois flacons, dont chacun contenait 125^{gr} de quartz de Madagascar, pulvérisé et parfaitement lavé, d'abord aux acides, puis à l'eau bouillante, je les ai déposés dans une étuve à la température constante de 27°. Chacun d'eux a reçu 50^{cc} de la solution titrée de chlorure de baryum. On a laissé le quartz et la liqueur en contact pendant des intervalles de temps variant de moins de 5 minutes à 744 heures; on a filtré et dosé. Deux séries d'analyses ont été faites; leurs résultats sont consignés dans le Tableau suivant, qui donne la quantité de BaCl rapportée à 1000^{gr} de liqueur.

Durée du contact.		
Type	150,70	150,76
5 minutes	»	150,52
2 heures	150,60	»
24 »	150,51	»
26 »	»	150,52
48 »	150,47	150,53
72 »	150,50	»
173 »	»	150,99
243 »	»	150,77
291 »	»	150,64
744 »	»	150,80

» Ce Tableau montre bien que le phénomène a lieu instantanément. Après quarante-huit heures, le titre augmente, pour finir ensuite par dépasser celui de la solution type. A cause de son irrégularité, j'attribue cet

effet de concentration du sel, qui s'est d'ailleurs manifesté sur la solution type elle-même, à une évaporation ayant eu lieu soit à l'ouverture des flacons au moment des prises d'essai, soit d'une façon continue entre la paroi du bouchon de verre et celle du goulot du flacon.

» Ces analyses exigent de grandes précautions. Sans entrer ici dans aucun détail, je me bornerai à dire que toutes les prises d'essai ont été pesées et non mesurées, que la filtration s'obtient par un dispositif spécial (siphon) qui permet à l'opération de s'accomplir sans danger d'évaporation et toujours à la même température; enfin le dosage a été effectué, par précipitation, au moyen de l'acide sulfurique, en ayant soin d'employer dans chaque cas la même quantité d'acide et d'eau de lavage.

» III. *Toutes choses égales d'ailleurs, l'attraction est directement proportionnelle à la surface du solide immergé.*

» Du quartz de Madagascar pulvérisé et nettoyé comme ci-dessus a été partagé en trois portions. La première, composée des grains ayant traversé un tamis à trous circulaires de 1^{mm} de diamètre, et arrêtés par un second tamis à trous circulaires de $0^{mm},8$ de diamètre. Nous admettrons que ces grains ont un diamètre moyen de $0^{mm},9$ ou un rayon de $0^{mm},45$. La deuxième portion comprend les grains ayant franchi des ouvertures circulaires de $0^{mm},6$ de diamètre et arrêtés par des ouvertures circulaires de $0^{mm},4$; nous pouvons les considérer comme ayant $0^{mm},5$ de diamètre ou $0^{mm},25$ de rayon. La troisième portion était composée de grains ayant traversé un nouet de fine batiste; ils ont été mesurés au microscope, et leur diamètre moyen a été évalué comme étant légèrement supérieur à $0^{mm},1$. Tous ces grains, après avoir été encore soumis à un nouveau lavage à l'acide et à l'eau bouillante, ont été déposés dans trois flacons dont les bouchons à l'émeri avaient été enduits d'une très légère couche de vaseline, afin d'augmenter l'adhérence. Chaque flacon contenait 125^{gr} de quartz et 75^{cc} d'une solution type de chlorure de baryum. Toutes les précautions déjà indiquées ont été observées et le contact maintenu pendant trois ou quatre heures. Chaque valeur est la moyenne de trois analyses exécutées concurremment.

» Liqueur type : 1000^{gr} liq. contiennent $133^{gr},47$ BaCl (moyenne de cinq analyses).

» *Grains de* $0^{mm},45$. — La liqueur après contact contient $133^{gr},38$ BaCl par 1000^{gr}.

» *Grains de* $0^{mm},25$. — La liqueur après contact ne contient plus que $133^{gr},33$ BaCl par 1000^{gr}.

» *Grains de* $0^{mm},05$ *environ*. — La liqueur après contact renferme $132^{gr},87$ $BaCl$ par 1000^{gr}.

» Supposons que dans chaque cas les grains soient sphériques ; le volume d'un grain sera $\frac{4}{3}\pi R^3$, son poids $\frac{4}{3}\pi R^3 D$; le nombre de grains contenu dans 125^{gr} sera $\frac{3\times 125000}{4\pi R^3 D}$, la surface de l'un d'eux étant $4\pi R^2$, la surface totale des 125^{gr} de grains sera $\frac{3\times 125000}{R.D}$; le rapport des surfaces totales entre 125^{gr} de grains de rayon R et 125^{gr} de grains de rayon plus petit R′, sera $\frac{R'}{R}$.

» Appliquons ces formules à chaque espèce de grains employés.

» *Grains de* $0^{mm},45$. — Nombre de grains dans 125^{gr}, 129410, surface $S = 0^{mq},320512$.

» *Grains de* $0^{mm},25$. — Nombre de grains dans 125^{gr} : 695463 ; surface totale $S' = 0^{mq},576923$.

» Appelant a, a', a'' les différences de titres causées par le contact de chaque espèce de grains et celui de la solution type, on a

$$a = 133,47 - 133,38 = 0,09,$$
$$a' = 133,47 - 133,33 = 0,14,$$
$$a'' = 133,47 - 132,87 = 0,60.$$

» Or

$$\frac{S}{S'} = \frac{1}{1,80}, \quad \frac{a}{a'} = \frac{9}{14} = \frac{1}{1,55};$$

si l'on pose

$$\frac{a}{a''} = \frac{0,09}{0,60} = \frac{1}{6,7} \quad \text{et} \quad \frac{S}{S''} = \frac{x}{0,45} = \frac{1}{6,7},$$

il vient

$$x = 0,067,$$

soit pour diamètre des grains les plus fins $0^{mm},134$, valeur confirmée par la mesure sous le microscope.

» Remarquons que le volume des grains, quelque soin que l'on prenne, n'est pas aussi régulier que nous l'avons supposé ; qu'en outre, par la réduction à 1000^{gr} de liqueur, les erreurs de pesées faites sur des prises d'essai de 5^{gr} environ sont multipliées par 200 environ. Il y a donc tout lieu d'admettre que les chiffres indiqués établissent la loi énoncée.

» Nous laisserons de côté l'examen des applications pratiques de ces

lois en Chimie, en Agriculture et en Géologie et nous remettrons cette étude au moment où nous connaîtrons les autres lois du phénomène. »

CHIMIE. — *Préparation du cyanogène par voie humide.* Note de M. G. **Jacquemin**, présentée par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

« Recherchant de meilleures conditions de préparation du pourpre de M. Bong, je fus amené à faire agir à la température ordinaire une dissolution très concentrée de sulfate de cuivre sur une dissolution saturée de cyanure de potassium. Je remarquai un dégagement tumultueux de cyanogène et un dégagement de chaleur de 40° au-dessus de la température initiale.

» Balard, en 1844, et plus tard MM. Lallemand, Dufau, Bong ont observé ce dégagement de cyanogène dans leurs travaux sur les cyanures de cuivre; Berzélius, Gerhardt le signalent dans leurs traités de Chimie organique. Seul, Gmelin (*Handbuch der organischen Chemie*, 1848) a proposé d'appliquer ce fait à la préparation du cyanogène, en faisant remarquer que cette opération ne donne que la moitié du cyanogène et qu'il est facilement mélangé d'acide carbonique provenant du cyanate et du carbonate de potassium que peut contenir le cyanure. Ce procédé est incomplet.

» Le procédé que je présente est complet, puisque je retire tout le cyanogène du cyanure de potassium et que le gaz est pur.

» Je place dans une cornue ou dans un ballon, disposé sur un bain-marie, 2 parties de sulfate de cuivre dissous dans 4 parties d'eau, et j'y fais arriver par intermittence, au moyen d'un entonnoir à robinet, une dissolution concentrée de 1 partie de cyanure de potassium pur. La réaction commence vivement à la température ordinaire, et, quand le dégagement se ralentit, on élève la température du bain-marie pour l'activer.

» 10^{gr} de cyanure de potassium chimiquement pur m'ont donné 850^{cc} de cyanogène pur. Le cyanure de potassium pur du commerce fournit le même résultat, mais le gaz renferme quelquefois des traces d'acide carbonique.

» Le cyanure cuivrique instable s'étant décomposé en cyanogène et en cyanure cuivreux stable, je me suis arrêté à deux procédés, que je considère comme m'appartenant, pour retirer le cyanogène du cyanure cuivreux.

» Je décante le liquide surnageant du ballon ou de la cornue, je lave par décantation, et, dans le premier procédé, j'ajoute un léger excès de

perchlorure de fer à 30° (A.B.) ou plus. L'action commence à froid, et il suffit d'élever légèrement la température pour qu'un abondant dégagement de cyanogène se produise. Le perchlorure de fer passe à l'état de protochlorure en cédant au cyanure cuivreux du chlore, qui met en liberté le cyanogène et forme du protochlorure de cuivre, lequel à son tour se bichlorure aux dépens de l'excès de persel de fer.

» Mon second procédé consiste à ajouter au cyanure cuivreux lavé du peroxyde de manganèse et de l'acide acétique. On chauffe légèrement. Il se forme des acétates de cuivre et de manganèse, et il se dégage du cyanogène. L'opération terminée, je remplace le tube à dégagement de la cornue par un récipient, j'ajoute de l'acide sulfurique au mélange des deux acétates et je distille pour recueillir de l'acide acétique, qui me servira à l'opération suivante. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du cyanogène mélangé à d'autres gaz.* Note de M. G. JACQUEMIN.

« Le cyanogène obtenu par l'un ou l'autre des procédés que j'ai décrits pouvant renfermer de l'acide carbonique quand les matières premières ne sont pas suffisamment pures, il importe d'être en état d'apprécier aisément le degré de pureté de ce gaz.

» Dans le cas de mélange du cyanogène avec de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'azote, de l'oxygène, on peut sans doute absorber le cyanogène par le peroxyde de manganèse, ou l'oxyde rouge de mercure ou le minium, ou le peroxyde de plomb en présence de l'eau, mais un réactif absorbant liquide est préférable pour plus de célérité.

» J'aurais pu appliquer à cette analyse une expérieuce de Beketoff, conçue dans un autre but, mais de laquelle il résulte que l'acide acétique cristallisable, contenant 4 à 5 pour 100 d'eau, absorbe 80 fois son volume de cyanogène. En attendant que je vérifie la possibilité de cette application, je crois devoir décrire le procédé que j'emploie.

» J'ai fait choix de l'aniline comme absorbant du cyanogène, puisque ces deux corps s'unissent et engendrent de la cyaniline. J'ai reconnu que l'aniline laissée au contact d'acide carbonique, d'oxyde de carbone ou d'air, pendant vingt-quatre heures, n'en absorbait pas en quantité appréciable, qu'elle absorbait au contraire le cyanogène avec une rapidité suffisante, surtout en agitant.

» En opérant sur des mélanges de différents volumes de cyanogène et d'acide carbonique, il m'a toujours été facile de reconnaître le volume de l'un et l'autre des gaz mélangés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés haloïdes primaires de l'éther ordinaire.* Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Friedel.

« Dans le but d'arriver au glycol succinique, je me suis occupé, il y aura bientôt deux ans, des dérivés haloïdes primaires de l'éther ordinaire, $XCH^2\text{-}CH^2(OC^2H^5)$. Je crois qu'il n'est pas inutile de faire connaître succinctement les résultats auxquels je suis arrivé sur cet objet.

» Le point de départ de ces composés est l'*éther iodé* $IC^2H^4(OC^2H^5)$, que M. Baumstark a signalé en 1874 et sur lequel M. Demole est revenu peu après.

» I. *Éther mono-iodé primaire* $ICH^2\text{-}CH^2(OC^2H^5)$. — Il résulte, comme l'on sait, de l'action de l'iodure d'éthylène sur l'alcool; le rendement de l'opération est faible, la majeure partie de l'iodure se dédouble en C^2H^4 et iode libre. J'ai constaté qu'il se forme dans cette opération, comme produits accessoires, de l'iodure d'éthyle et de l'éther ordinaire.

» M. Friedel a étudié précédemment l'action des éthers iodhydriques sur les alcools; c'est en cette qualité qu'agit l'iodure d'éthylène et la production de l'éther iodé est un exemple intéressant des réactions incomplètes que fournissent les dérivés éthyléniques en général, $XCH^2\text{-}CH^2X$, quoique composés doubles et symétriques.

» Quoique M. Demole ait déjà constaté que l'éther mono-iodé ainsi obtenu est identique, du moins quant à la volatilité, avec celui que fournit la réaction de l'iodure de phosphore sur le glycol mono-éthylique $C^2H^4 \left\langle \begin{matrix} OH \\ OC^2H^5 \end{matrix} \right.$, j'ai tenu à démontrer la nature du composé éthylénique par une expérience directe. C'est ce qui résulte nettement de l'action de l'alcool sodé $NaO\text{-}C^2H^5$; l'éther mono-iodé réagit vivement sur ce composé sec ou dans l'alcool; il en résulte deux produits aisés à séparer 1° de l'éthylène *mono-éthyloxylé* $H^2C{=}CH(OC^2H^5)$, (éb. 35°), 2° du *glycol biéthylique* $C^2H^4{=}(OC^2H^5)^2$, (éb. 121°-122°). La formation de ce produit si caractéristique ne permet pas d'attribuer à l'éther mono-iodé d'autre formule que $ICH^2\text{-}CH^2(OC^2H^5)$.

» En chauffant en vase clos, à 150°, son éther iodé avec de l'éthylate

sodique, M. Baumstark a obtenu de l'*acétal*, $CH^3-CH(OC^2H^5)^2$; c'est sur ce fait qu'il s'est basé pour attribuer à son produit la formule $CH^3-CH\langle{}^{I}_{OC^2H^5}$ et le regarder comme un dérivé *éthylidénique*. Dans les conditions beaucoup plus simples, et partant plus normales, où je me suis placé, je n'ai constaté aucune formation d'*acétal;* j'attribue la production de ce corps, dans l'expérience de M. Baumstark, à l'addition de l'alcool à l'éthylène mono-éthyloxylé. On peut signaler des exemples de réactions de cette nature.

» Aux propriétés déjà connues de l'éther mono-iodé primaire, j'ajouterai que sa densité à 0° est 1,6924; sa densité de vapeur a été trouvée 6,91, la densité calculée est 6,91; quand il est bien pur, et l'on peut l'obtenir dans cet état en le distillant sur de l'argent pulvérulent, il peut se conserver longtemps, dans les conditions ordinaires, sans brunir : j'attribue la rapide altération du produit directement obtenu à de petites quantités d'iodure d'éthylène entraînées lors de la distillation.

» L'eau ne le dissout ni ne l'altère; cette stabilité prouve à elle seule la nature éthylénique de ce composé; les dérivés *éthylidéniques* se dissolvent en effet dans l'eau et s'y décomposent rapidement.

» J'ai indiqué plus haut l'action de l'alcool sodé sur ce corps. La réaction de la potasse alcoolique est aussi très énergique; elle fournit les mêmes produits, mais surtout $H^2C = CH(OC^2H^5)$ (éb. 35°).

» J'indiquerai plus loin l'action du brome, du chlore.

» Le *sodium* ne l'attaque qu'à chaud; les produits de la réaction sont encore une fois du glycol bi-éthylique $C^2H^4(OC^2H^5)^2$ et de l'éthylène *mono-éthyloxylé* $H^2C = CH(OC^2H^5)$.

» Sous l'action du sodium, l'éther mono-iodé se comporte comme l'acétal monochloré; selon M. Wislicenus il se forme de l'éthylène, de l'iodure sodique et de l'éthylate sodique.

» L'éthylate sodique réagit à son tour sur le restant de l'éther mono-iodé et donne les deux composés indiqués.

» L'argent divisé n'attaque pas l'éther mono-iodé, même à l'ébullition. On ne réussit pas à souder, sous l'action des métaux, les deux restes $(C^2H^5O)CH^2-CH^2-$ provenant de 2 molécules de l'éther mono-iodé.

» II. *Éther monobromé* $B^2CH^2-CH^2(OC^2H^5)$. — Il résulte de l'action du brome en excès sur le précédent.

» C'est un liquide incolore, limpide, à odeur piquante, agréable, très stable à la lumière; l'eau ne le dissout ni ne l'altère; sa densité à 0° est

1,3704. Il bout sous la pression de 755^m à 127°-128°; densité de vapeur trouvée 5,29, calculée 5,28.

» Il se comporte comme le dérivé iodé avec la potasse alcoolique et l'éthylate sodique.

» Avec le cyanure de potassium, il m'a fourni le *nitrile*

$$(C^2H^5O)CH^2-CH^2-C^2 \text{(éb. } 172^\circ)$$

et le cyanure d'éthylène $C^2H^4-(CAz)^2$. Je reviendrai plus tard sur cette réaction complexe.

» Il s'ajoute au pentachlorure d'antimoine $SbCl^5$, en formant un produit solide d'où on peut le retirer intact en détruisant $SbCl^5$ par l'eau. $SbCl^5$ se comporte donc avec ce corps comme avec l'éther ordinaire, portant son action exclusivement sur le côté $-CH^2(OC^2H^5)$ et évitant le côté $-CH^2Br$. Cette réaction m'a étonné, vu l'énergie avec laquelle sont attaqués par ce corps les éthers bromhydriques.

» III. *Éther monochloré* $ClCH^2-CH^2(OC^2H^5)$. — Il s'obtient exclusivement à l'aide du dérivé *iodé*, soit sous l'action du chlore, de $SbCl^5$, mais surtout sous l'action du chlorure d'iode ICl dissous dans l'eau.

» Il est tout à fait analogue au dérivé bromhydrique, mais moins odorant; il bout à 107°-108°, sous la pression ordinaire; sa densité de vapeur a été trouvée égale à 3,73; la densité calculée est 3,74; sa densité à l'état liquide est, à 0°, 1,0572.

» C'est un corps très stable, sous l'action de la lumière et de l'eau, et se conservant indéfiniment dans un état de limpidité et de parfaite neutralité.

» Les composés *éthylidéniques* correspondants $CH^3-CH\langle^{X}_{OC^2H^5}$ ne sont représentés jusqu'ici que par le dérivé *chloré* de Wurtz et Frapolli. En suivant la méthode qui a servi à préparer celui-ci, j'ai obtenu le dérivé *bromhydrique* $CH^3-CH\langle^{Br}_{OC^2H^5}$. C'est un liquide incolore, très altérable, bouillant vers 105° sous la pression ordinaire, d'une densité à 12° égale à 1,0632. Il se dissout dans l'eau et s'y décompose rapidement.

On le voit, les dérivés haloïdes *aldéhydiques* $-CHX$ de l'éther ont des allures tout autres que les dérivés *primaires* $-CH^2X$. Ceux-ci sont stables, inaltérables, insolubles dans l'eau qui ne les décompose pas; ceux-là sont au contraire très altérables, solubles dans l'eau qui les décompose rapidement. Notons encore que les dérivés *primaires* ont un point d'ébullition plus élevé que les dérivés aldéhydiques secondaires. »

ZOOLOGIE. — *De l'existence d'un système nerveux chez le* Peltogaster. *Contribution à l'histoire des Kentrogonides.* Note de M. Y. Delage, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Jusqu'à ces derniers temps, les *Kentrogonides* (Rhizocéphales de Fritz Müller) étaient considérés comme dépourvus de système nerveux. Dans une Communication à l'Académie ([1]) et, plus récemment, dans un travail étendu ([2]), j'ai montré que ce système nerveux existait chez la Sacculine. Après cela, il était presque évident *a priori* qu'il existait aussi chez le *Peltogaster,* qui offre avec la Sacculine des affinités étroites. Ayant réussi, non sans peine, à trouver quelques *Peltogaster,* je les ai soumis à la dissection et suis parvenu à découvrir leur système nerveux.

» L'organe central consiste, comme chez la Sacculine, en un ganglion unique. Ce ganglion est situé dans le plan sagittal, à l'intérieur du mésentère qui réunit le cloaque au pédicule, presque entre les deux glandes cémentaires ([3]), mais cependant, un peu au delà, vers le cloaque, exactement au niveau de l'extrémité en cul-de-sac des testicules. Sa situation est donc très superficielle, puisqu'il n'est séparé du dehors que par la demi-épaisseur du manteau.

» C'est un ganglion allongé qui mesure environ $\frac{1}{10}$ de millimètre; aussi est-il à peine visible à l'œil nu, même lorsqu'il a été complètement préparé par la dissection sous le microscope armé du prisme redresseur.

» Il est véritablement simple et nullement formé de deux masses symétriques rapprochées. Dans sa constitution entrent de petites cellules périphériques fusiformes et de grandes cellules centrales multipolaires à gros noyau arrondi muni d'un nucléole punctiforme.

» Il donne naissance à des nerfs nombreux, mais très fins et extrêmement difficiles à suivre par la dissection, parce qu'ils se distinguent à peine des fibres musculaires et conjonctives au milieu desquelles ils serpentent. Du côté du cloaque, il fournit quatre longs filets dont deux superficiels, formant la paire, se rendent à cet organe et particulièrement à son sphinc-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVII, séance du 29 octobre 1883.

([2]) *Evolution de la Sacculine, crustacé endoparasite de l'ordre nouveau des Kentrogonides* (*Archives de Zoologie expérimentale*, 2e série, t. II, 1884).

([3]) Les glandes cémentaires, considérées comme absentes, existent parfaitement, mais elles sont réduites à deux sacs très larges, à parois glandulaires, sans ramifications.

ter, et deux profonds, pairs aussi, plongent dans la masse viscérale, entre les deux moitiés symétriques de l'ovaire. Par son extrémité opposée, il donne naissance à un gros tronc médian qui s'insinue entre les deux masses symétriques de l'ovaire, donnant de distance en distance des ramifications à chacune d'elles. De l'origine de ce tronc, ou peut-être du ganglion lui-même, naissent deux petits filets nerveux qui suivent le bord interne des testicules et se distribuent à ces organes. Sur les côtés naissent trois paires de nerfs, deux dans la moitié cloacale du corps, une dans la moitié opposée. Les deux premières se portent obliquement en dehors et plongent dans le manteau au point où celui-ci se dédouble pour former les lames du mésentère. La dernière passe entre la glande cémentaire et le testicule, puis en dehors de ce dernier, en se dirigeant vers le canal déférent. Près de son origine, il fournit deux ramuscules pour la glande cémentaire, l'un pour la glande elle-même, l'autre pour ses parties latérales et sans doute pour son sphincter. Non loin de sa terminaison, il donne un filet nerveux qui s'engage sous le bord du mésentère pour se rendre sans doute à la paroi de la masse viscérale ou au manteau.

» Autant ces nerfs sont difficiles à suivre, autant le ganglion central et l'origine des principaux troncs sont faciles à voir, *lorsque l'on sait où les chercher*. Mais cette dernière condition est indispensable. C'est faute de l'avoir eue à leur disposition que les auteurs qui ont étudié le Peltogaster, Rathke, Anderson, Lilljeborg, Kossmann et tant d'autres ne sont pas arrivés à le trouver. En effet, l'absence de tube digestif et de membres, l'indétermination des extrémités céphalique et caudale, nous privent absolument, chez les *Kentrogonides,* des points de repère qui nous servent de guide, chez les animaux plus régulièrement conformés. Et comment trouver, sans repères, un imperceptible ganglion perdu dans une masse innombrable d'œufs, dont chacun est gros deux fois comme lui? Aussi n'ai-je réussi à le trouver, chez la Sacculine, qu'après deux années d'études. Chez le Peltogaster au contraire, bien que les difficultés absolues de sa recherche soient exactement les mêmes que chez la Sacculine, je l'ai trouvé sur le premier individu soumis à la dissection, après moins d'une heure de travail. Si je mentionne cette particularité, c'est pour montrer la valeur de la méthode morphologique; car, si j'ai trouvé ce système nerveux, ce n'est nullement, grâce à une adresse spéciale, dans la dissection; c'est parce que, armé des données morphologiques puisées dans l'étude de la Sacculine, je l'ai cherché là précisément où il devait se trouver.

» Le type *Peltogaster*, bien que notablement différent du type *Sacculine,*

peut être considéré comme dérivé de celui-ci à la suite de certaines modifications. Le corps s'est déprimé et allongé; le côté mésentérique ou ventral (¹) a diminué de longueur au profit du côté dorsal, de manière à reporter le cloaque à l'une des extrémités du cylindre; du côté dorsal, un nouveau mésentère s'est développé; enfin, et c'est là la modification principale, les glandes cémentaires sont remontées et, quittant les parties déclives de l'ovaire, ont été se placer tout près du pédicule et des glandes sexuelles mâles.

» Dans ces déplacements des organes, le ganglion nerveux devait-il conserver sa situation primitive au fond de l'ovaire, devait-il suivre le cloaque, ou le mésentère, ou les glandes cémentaires? L'observation a montré qu'il n'était point resté immobile : donc ses relations avec le pôle déclive de l'ovaire n'ont rien d'essentiel; elle a montré qu'il avait suivi, dans leur mouvement, le cloaque et le mésentère, mais surtout les glandes cémentaires : donc c'est avec ces organes et principalement avec les derniers qu'il affecte des rapports fondamentaux. D'autre part, on voit que les rapports étroits du ganglion avec les testicules chez le *Peltogaster* sont tout à fait accidentels, puisque, chez la Sacculine, ces deux organes sont aussi éloignés que possible. Désormais, si l'on a à chercher le système nerveux chez d'autres *Kentrogonides* chez lesquels les viscères auront encore affecté de nouveaux rapports, on voit qu'il n'y aura point à se préoccuper des testicules, ni du pôle antipédonculaire de l'ovaire, et que c'est entre les glandes cémentaires, dans le plan sagittal et peut-être en se rapprochant un peu du cloaque et des glandes cémentaires, qu'il faudra porter les pinces et le scalpel. C'est seulement par l'étude d'un type dans lequel les glandes cémentaires seraient fort éloignées du mésentère et du cloaque que l'on pourrait voir si le ganglion nerveux romprait tout à fait ses relations avec ces deux derniers organes pour suivre les glandes cémentaires dans leur déplacement.

» Les faits précédents me paraissent offrir un exemple remarquable de l'importance des études morphologiques dans les recherches d'Anatomie (²). »

(¹) *Voir*, pour l'orientation de l'animal, le travail cité, p. 440 et 695.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire zoologique de Luc-sur-Mer.

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux des Bothryocéphalides.* Note de M. J. Niemiec, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Encouragé par le résultat de mes recherches sur le système nerveux des Ténias ([1]), je les ai étendues au groupe des Bothryocéphales, sur lesquels la bibliographie ne nous donne que des renseignements absolument insuffisants.

» M. Blanchard est le premier qui ait affirmé l'existence d'un système nerveux chez ce groupe de Cestodes; mais ses recherches eurent malheureusement le même sort que celles sur le système nerveux des Ténias. Grâce aux observations critiques de M. Moniez, nous savons maintenant que ce que MM. Sommer et Landois ont décrit sous le nom de *vaisseaux plasmatiques* n'est pas autre chose que le système nerveux. On admet généralement que la disposition en est conforme à ce que l'on croyait être celle du système nerveux des autres Cestodes, et tout spécialement des Ténias. En conséquence de ce rapprochement, en grande partie erroné, on se le représente comme comprenant deux ganglions, situés dans le scolex, réunis entre eux par une commissure et envoyant chacun un gros cordon nerveux à travers toute la chaîne des proglottides.

» La texture histologique des cordons latéraux est assez bien étudiée, mais, sur la partie centrale du système, les données sont peu nombreuses et même erronées. M. Moniez, lui-même, dans ses intéressants *Mémoires sur les Cestodes*, en est réduit à citer à ce sujet les travaux de MM. Blanchard et Böttcher, qui n'ont, ni l'un ni l'autre, réussi à voir les ganglions de leur commissure.

» J'ai pu étudier plusieurs scolex du *Bothryocephalus latus* de l'homme et plusieurs exemplaires aussi d'une espèce parasite du chien. J'en possède plusieurs séries de coupes faites à l'épaisseur de $0^{m},01$.

» Si nous suivons la série des sections transversales, en commençant par l'extrémité libre du scolex, la sixième coupe déjà présente, près du milieu, quelques taches claires irrégulières; en continuant à suivre la série descendante, on voit ces taches se grouper et finir par se réunir en deux masses latérales, granuleuses et traversées par des fibres délicates. Ces masses s'envoient mutuellement de fins filaments qui rampent contre le fond des ventouses.

([1]) *Comptes rendus*, t. C, n° 6, 9 février 1885.

» Trois coupes plus bas, l'image change ; les deux masses latérales se sont entièrement séparées. Par contre, il en part de chaque côté quatre filets nerveux qui se rendent en divergeant à la couche épithéliale externe, où ils ont l'air de se terminer brusquement. Mais, sur les tranches suivantes, outre la commissure reliant les deux masses nerveuses qui fait maintenant son apparition, se montrent les sections de huit nerfs, quatre de chaque côté, qui entourent en demi-cercles la section des ganglions latéraux. Cette dernière disposition continue dans les coupes suivantes, jusqu'au milieu du scolex. La reconstruction de toutes ces images nous permet de nous représenter l'ensemble de la manière suivante :

» Les cordons nerveux latéraux remontent de la région cervicale dans le scolex, où ils continuent à cheminer toujours dans la même direction. Nous ne rencontrons point de ganglions, point de commissures, ni dans la partie postérieure du scolex, où M. Bœttcher et, après lui, M. Moniez, en admirent l'existence, ni au milieu de la longueur du scolex, où les supposait M. Blanchard. C'est seulement après avoir atteint l'extrémité antérieure du scolex que les cordons latéraux s'inclinent à la rencontre l'un de l'autre et, après un renflement insignifiant, se réunissent par une puissante commissure. Cette dernière a un épaississement à son milieu et renferme des cellules ganglionnaires. Ici, comme chez les Ténias, nous donnons à l'épaississement médian le nom de *ganglion central*, bien qu'il ne soit pas aussi bien délimité chez les Bothryocéphales et semble même en partie fusionné avec les ganglions latéraux.

» En avant, les cordons latéraux poursuivent leur chemin au delà des ganglions. Ils donnent naissance, immédiatement au-dessous de la commissure, de chaque côté, à quatre nerfs. Ces huit filaments prennent d'abord une direction radiaire, mais ne tardent pas à se recourber en arrière pour accompagner les cordons principaux. A première vue, l'analogie de disposition de ces filets nerveux avec les filets descendants collatéraux des Ténias s'impose à l'esprit ; mais, tandis que nous avons pu suivre ces derniers jusque dans la région cervicale, ceux des Bothryocéphales n'ont pu être suivis que peu au delà de la moitié de la longueur du scolex.

» Les cordons nerveux principaux se terminent en avant, au niveau où ils donnent naissance aux filaments collatéraux ; ils envoient au revêtement épithélial du scolex une série de filaments nerveux, courts et déliés. D'autres filaments paraissent se réunir dans le plan d'une des sections transversales, pour former une sorte d'anneau nerveux antérieur.

» Les dispositions que nous venons de décrire chez le genre bothryo-

céphale sont importantes au point de vue morphologique, car elles nous donnent la clef des complications que nous avons rencontrées chez les Ténias. L'anneau nerveux, la commissure polygonale et les rameaux des ventouses chez ces derniers sont en rapport avec le puissant développement et la complexité du système musculaire de ces animaux. Si l'on fait abstraction de ce système accessoire, il ne reste plus qu'un système nerveux central, qui ressemble beaucoup à celui des Bothryocéphales, à savoir : 1° un ganglion central; 2° les ganglions latéraux dont le développement est en rapport avec la symétrie bilatérale du ver ; 3° dix filets nerveux descendants, dont deux sont plus gros que les huit autres, et enfin 4° les rameaux qui vont à l'extrémité antérieure du scolex. Cette comparaison établit un rapprochement considérable entre les systèmes nerveux de ces deux genres, celui des Bothryocéphales se comportant vis-à-vis de celui des Ténias comme un état plus simple et plus primitif de l'évolution.

» Je donnerai, dans une publication ultérieure, les détails qui n'ont pu trouver place dans le présent résumé, ainsi que les résultats de la comparaison du système nerveux des Bothryocéphales avec celui d'autres groupes de l'embranchement des Vers ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur trois nouvelles espèces d'Ascidies simples des côtes de Provence.* Note de M. L. Roule, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« J'ai décrit dans une précédente Note (*Comptes rendus,* octobre 1884) deux nouvelles espèces d'Ascidies simples; ces espèces, recueillies sur les côtes de Provence, appartiennent à la famille des Phallusiadées; il me reste à en signaler trois autres, provenant des mêmes localités, mais faisant partie des familles des Molgulidées (1 espèce) et des Cynthiadées (2 espèces).

» La Molgulidée offre la plupart des caractères propres au genre *Molgula;* elle présente pourtant ceci de particulier, qu'au lieu de posséder deux glandes génitales placées chacune sur l'un des côtés du corps, elle n'en montre qu'une seule, située sur la face gauche, un peu en avant de l'intestin, comme cela existe chez les *Eugyra*. La branchie de ce nouveau type n'est pourtant pas semblable à celle de ce dernier genre, si remarquable par la disposition convolutée des trémas; elle rappelle plutôt l'organe correspondant des Molgules véritables ; mais cependant, par l'aspect

([1]) Ce travail a été fait dans le laboratoire du Professeur H. Fol, à l'Université de Genève.

général des trémas, par leur longueur et par leur disposition régulièrement tourbillonnée, il semble que cette branchie porte comme un reflet de la structure spéciale à l'appareil respiratoire des *Eugyra*. En résumé, cette espèce nouvelle possède à la fois des caractères du genre *Molgula* et du genre *Eugyra;* elle tient des deux en même temps, sans qu'on puisse la placer dans le premier groupe ni dans le second; je pense qu'il convient de créer pour elle une section particulière, qu'il sera permis de considérer comme un sous-genre des *Molgula,* et à laquelle je propose de donner le nom d'*Eugyriopsis*, afin de bien préciser ses rapports et sa structure propre. La taille de l'*Eugyriopsis* (1) est assez grande : $0^{m},05$ environ de hauteur sur $0^{m},04$ de largeur.

» Les deux Cynthiadées appartiennent l'une au genre *Microcosmus,* l'autre au genre *Cynthia*. Le nouveau *Microcosmus* se rapproche surtout du *M. vulgaris* Heller; il en diffère par sa plus grande taille, qui peut atteindre $0^{m},25$ de longueur sur $0^{m},08$ ou $0^{m},10$ de largeur; par la couleur de la tunique, plus foncée et de teinte brun livide, par les siphons plus courts, à extrémités libres gris jaunâtre et parcourues par des bandes longitudinales d'un rouge terne; enfin, par les tentacules coronaux dont les ramifications, au lieu d'être simples, portent une rangée de petites pinnules secondaires. Ce microcosme habite les fonds coralligènes et les fonds de vase sableuse situés au-dessous de 50^{m}; il est surtout commun au large des embouchures du Rhône et dans les régions sableuses ou vaseuses qui accompagnent le littoral du Languedoc; on le trouve souvent en abondance sur les marchés de Cette, de Marseille et de Toulon. Je dédie cette espèce à M. le professeur A. Sabatier, directeur de la Station zoologique de Cette, et je lui donne le nom de *Microcosmus Sabatieri.*

» La Cynthie rappelle assez comme aspect extérieur et comme structure anatomique la *Cynthia scutellata* Heller; elle en diffère par sa forme générale, plus développée en hauteur qu'en largeur; par ses siphons, rapprochés au lieu d'être écartés, et parcourus sur leur extrémité libre par quatre bandes longitudinales d'un jaune éclatant; par la tunique, à mamelons moins prononcés et ne formant jamais des plaques ou scutelles; par les tentacules coronaux, larges et assez courts, ne portant que quelques rares pinnules primaires; enfin par les glandes génitales, développées sur les deux côtés du corps et divisées en petits fragments comme chez la *C. scutellata,* mais dont chaque fragment possède son autonomie et porte ses conduits

(1) J'ai donné à cette espèce nouvelle le nom d'*Eugyriopsis intermedia*.

excréteurs. Cette Cynthie, dont la largeur ne dépasse pas $0^{m},04$, est d'un beau rouge carmin; elle habite les fonds coralligènes, par 40^{m} à 50^{m} de profondeur; je lui donne, à cause de la couleur de sa tunique, le nom de *Cynthia corallina*. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelle contribution à la question de l'acide borique d'origine non volcanique*. Note de M. **Dieulafait**.

« Je crois avoir établi que toutes les sources d'acide borique connues n'ont pas une origine volcanique, et que plusieurs d'entre elles, celle de Stassfurth en particulier, sont d'origine exclusivement sédimentaire, et que même l'acide borique de ces gisements a été séparé de l'eau des mers par évaporation. J'ai fait connaître un grand nombre de résultats empruntés à l'Europe occidentale et à l'Afrique septentrionale, qui justifient cette conclusion. J'apporte aujourd'hui à cette question un nouveau document, par l'étude de la nappe d'eau superficielle qui descend des hauts plateaux et finit par constituer les chotts de l'Algérie. Dans toute la région des sables, il existe, à une profondeur qui, en général, n'est pas considérable, une couche aquifère recouverte par des dépôts argileux et calcaires; cette couche donne une eau de bonne qualité : c'est celle qu'atteignent tous les puits des oasis. La partie superficielle de ces régions est constituée par des sables; dans ces sables circule une eau souvent abondante, mais d'une salure considérable. C'est cette eau qui, finissant par atteindre les points les plus bas, s'y arrête, s'y évapore et finalement produit cette accumulation complexe de sels, d'eaux salines concentrées, de boues, etc., dont l'ensemble constitue les chotts.

» L'origine des sels contenus en si grande abondance dans les sables supérieurs ne semble pas pouvoir être attribuée à une autre cause qu'à l'évaporation d'une eau de mer, mais les faits chimiques que j'ai à signaler sont indépendants de la solution qui sera donnée à la question d'origine.

» Les eaux que je viens d'examiner ont été prises dans la partie la plus méridionale de nos possessions algériennes, à l'Ouargla, bien loin, par conséquent, au sud des grands chotts. Je dois les éléments que j'ai mis en œuvre à M. le pharmacien major Bousson qui les a recueillis sur les lieux en vue spéciale de nos travaux, ce dont je le remercie vivement.

» Les eaux des sables supérieurs de l'Ouargla évaporées dans une capsule en platine ont laissé un résidu salin de 22^{gr} pour 1^{lit} d'eau. La composition de ce résidu est loin de correspondre à celui qu'abandonne de l'eau de

mer normale : il est très riche en chlorure de sodium, mais pauvre en chaux et en chlorure de magnésium.

» *Acide borique*. — Un premier essai m'a montré que ces eaux contenaient de l'acide borique. En opérant d'après la méthode décrite dans mes publications antérieures, j'ai pu, au moyen de la flamme de l'hydrogène, reconnaître la présence de l'acide borique en partant de $0^{gr},50$ de résidu. C'est un résultat analogue à celui que m'avait fourni l'étude des eaux de la région de Biskra; seulement l'existence de l'acide borique comme élément normal des eaux superficielles s'étend, dans le sud, bien plus loin que je n'avais pu le constater jusqu'ici.

» *Strontiane*. — En essayant un fragment, gros comme une tête d'épingle, du résidu brut de l'évaporation, on voit apparaître les raies caractéristiques de la strontiane; en précipitant l'eau par l'oxalate d'ammoniaque, $0^{gr},01$ du précipité est plus que suffisant pour permettre de reconnaître la strontiane. Dans l'hypothèse où tous les sels des sables supérieurs proviendraient d'une eau de mer, cette accumulation de la strontiane s'explique par ce fait que le sulfate de strontiane, moins soluble que le sulfate de chaux, s'est relativement concentré dans les sables.

» *Lithine*. — La lithine se reconnaît dans les eaux de l'Ouargla avec la plus grande facilité, mais elle est moins abondante qu'elle ne le serait dans un résidu salin de même concentration, provenant de l'évaporation directe d'une eau de mer normale. Les sels de lithine étant très solubles, ces sels ont été enlevés les premiers. Du reste, une conséquence résulte de ce qui précède, c'est que *les eaux des chotts doivent être très riches en lithine*. Je n'ai pu jusqu'ici me procurer de l'eau des grands chotts, mais j'en ai de ceux des environs de Biskra. L'étude des eaux de ces derniers confirme complètement l'induction précédente ; elles contiennent au moins *vingt fois* autant de lithine que les eaux de l'Ouargla.

» Je renouvelle ici le *desideratum* que j'ai déjà formulé ailleurs, c'est que ceux qui seraient en mesure de le faire examinent les eaux et surtout les lagunes des chotts, afin de savoir s'il n'existerait pas des parties où l'acide borique serait exceptionnellement concentré. Dans tous les cas, les faits que je signale aujourd'hui, joints à ceux que j'ai déjà fait connaître, me conduisent à la conclusion suivante :

» Les eaux, en général fortement salées, qui circulent dans la partie supérieure des sables du Sahara sur une épaisseur de plusieurs mètres, constituent l'agent qui a accumulé dans les chotts la plus grande partie des sels qui y existent. Ces sels n'existent pas seulement dans les régions basses,

ils accompagnent partout les sables supérieurs, alors même que ceux-ci s'élèvent bien au-dessus de la Méditerranée. Par leur nature, ces sels sont identiques à ceux qui sont dissous dans les eaux des mers modernes, et cela jusque pour les corps les plus rares, mais la proportion relative des éléments est très différente. Il ne faudrait pas en conclure que les sels des sables du Sahara n'ont pas pour origine l'évaporation d'une eau de mer normale, car la différence signalée dans la proportion des éléments est un résultat nécessaire des conditions dans lesquelles les substances salines des sables du Sahara se trouvent depuis un temps très long : les eaux de pluie ont agi plus fortement sur les substances les plus solubles, ce qui a déterminé dans les sables une concentration relative des combinaisons moins solubles; mais, par contre, là où les eaux salées s'accumulent, c'est-à-dire dans les chotts, les substances plus solubles, les sels de lithium, en particulier, sont plus abondants que dans les eaux marines de même concentration. Enfin l'acide borique, dont j'avais déjà signalé l'existence dans les lacs et les eaux salées de la région de Biskra, se trouve reporté bien plus au sud jusqu'à l'Ouargla. Ce résultat, joint aux précédents, permet de conclure que, selon toute probabilité, l'acide borique est répandu dans toute l'immense région africaine dont les eaux superficielles sont plus ou moins saumâtres, c'est-à-dire dans tout le Sahara. Il est dès lors possible qu'on trouve l'acide borique concentré dans quelques points de ces vastes régions.

» En résumé, l'acide borique n'a pas toujours une origine volcanique : il en existe d'énormes quantités dans des lacs salés dont tous les éléments ont une origine sédimentaire, et qui, même à travers des pérégrinations physiques et chimiques plus ou moins complexes, ont en définitive pour origine première l'évaporation d'eaux de mer normales. »

GÉOLOGIE. — *Forêt fossile de l'Arizona.* Extrait d'une Lettre de M. E. **Desté**, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai rapporté de l'Arizona de nombreux échantillons de bois pétrifié. J'ai l'honneur de vous en envoyer quelques-uns... Ils ont été pris dans une forêt dont les arbres, tronc, branches et racines ont été en entier transformés en pierre. Les troncs ont 15, 20 et jusqu'à 40 pieds de circonférence ($4^m,5$, 6^m et 12^m), une tranche d'un pied d'épaisseur ($0^m,3$) pèserait environ de 1 à 4 tonnes. Le spectacle de cette forêt est merveilleux. Malheureusement, elle est située dans les réserves des Indiens Navajos;

la contrée est absolument désolée, et, en particulier, on n'y trouve aucune eau potable. Celle qui se rencontre dans quelques fissures de rochers est chargée de borax, de soude, de salpêtre, si bien qu'elle rend immédiatement malades ceux qui essayent d'en boire. »

GÉOLOGIE. — *Sur la recherche des sources au voisinage de Gabès.* Extrait d'une Lettre de M. L. **Dru**, communiquée par M. de Lesseps.

« En partant du chott Fejej, on remarque l'ancienne oasis de la Hamma, possédant des sources chaudes d'un débit considérable : on estime qu'à la sortie de l'oasis, à l'endroit où elles se perdent dans le chott Fejej, leur volume atteint encore 8^{mc} par seconde. Elles sont légèrement minéralisées et ont une température de 47° C. à l'origine des sources.

» Plus à l'est, on trouve les sources d'Aïn Oudref; leur trop-plein alimente l'Oued Melah, puis les oasis d'Aouinet, de Mtoria, et, vers le Sud, celles de Ghannoush et de Gabès.

» En face Ghannoush, cinq ou six sources jaillissent au bord de la mer; elles sont fréquentées par les pêcheurs qui viennent, avec leurs barques, y puiser leur provision d'eau.

» Toutes ces sources sont de véritables puits jaillissants naturels. Les eaux doivent provenir des fissures du terrain crétacé qui forme le substratum de toute la contrée; elles arrivent ensuite au sol en traversant des terrains tertiaires et d'autres, plus récents, qui couvrent la surface. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les travaux de la station de Kondoâ, établie par la section française de la Société internationale africaine.* Extrait d'une Lettre de M. **Bloyet** (¹), communiquée par M. de Lesseps.

« Station de Kondoâ, 27 janvier 1885.

» Nous sommes partis le 6 de ce mois pour une petite excursion dans les montagnes qui avoisinent la station, afin de pouvoir collectionner quelques plantes de montagnes.

(¹) M. le capitaine Bloyet rentre en France après avoir accompli sa mission dans la région orientale de l'Afrique, entre la côte de Zanzibar et le lac Nyanza.

(Note de M. *de Lesseps*.)

» En passant à Mounvé-Saqara, nous avons trouvé le chef de l'expédition allemande, M. Pfeil, dans un état pitoyable de santé. Nous avons séjourné quatre jours pour le réconforter un peu. Il était miné par la fièvre et ne se soignait pas. Une bonne dose d'ipéca et de la quinine à proportion l'ont remis un peu. En ce moment, il voyage avec nous, porté dans un hamac, et doit venir passer quelque temps à l'hospice international de Kondoâ pour se remettre. Je suis en pourparlers avec les Pères de la Mission du Zanguebar, au sujet de la liquidation de notre station, qu'on ne peut plus maintenir.

» Tout est calme aux environs, les rumeurs de guerre ont cessé. Il n'y a que les lions qui inquiètent un peu les alentours. Depuis une quinzaine, ils ont enlevé plusieurs ânes dans le village. Dernièrement, dans l'espace de trois jours, quatre hommes ont été dévorés dans les champs en gardant les plantations de maïs.

» Je vous envoie par même courrier le double de mon journal du 18 juillet au 12 décembre inclusivement et le double des observations météorologiques faites à la station du 11 juillet au 31 décembre inclusivement.

» J'apporterai moi-même en France mes collections de Botanique. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du système nerveux sur la calorification.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« Dans une Note présentée à l'Académie ([1]), j'ai montré que des lapins dont le cerveau a été piqué ont, au bout d'une demi-heure ou d'une heure environ, des températures de 41°, 42° et même de 43°, la température normale étant de 39°,6 environ.

» Depuis lors, j'ai pu observer que, si l'on continue, chez le même lapin, à faire chaque jour des piqûres de plus en plus profondes, on provoque, en même temps que de l'encéphalite, des abcès du cerveau et de l'œdème des ventricules, des symptômes de plus en plus graves, caractérisés par un

---

([1]) *Comptes rendus*, 31 mars 1884. Mon expérience a été répétée récemment en Allemagne par MM. Aronsohn et J. Sachs, dans le laboratoire de M. Kronecker, sans qu'ils aient eu vraisemblablement connaissance de mes recherches (*Verein für innere Medizin in Berlin*, 15 décembre 1884. *Deutsche Medizeitung*, n° 103, p. 621, 25 décembre 1884, et *Verh. der physiologischen Gesellschafts zu Berlin*, 31 octobre 1884, in *Archiv für Physiologie*, 1885, p. 166.

rapide amaigrissement, des paralysies, de la titubation, de la diarrhée et, simultanément, un abaissement énorme de température, laquelle, dans les derniers jours, peut tomber à 28° et 26°. Ainsi l'excitation du cerveau produit de l'hyperthermie, tandis que la destruction et la suppuration prolongée produisent de l'hypothermie.

» Ces variations de température tiennent-elles à des variations dans la production ou dans la déperdition de chaleur? Double hypothèse qu'on retrouve dans l'histoire des théories diverses proposées pour expliquer la nature physiologique de la fièvre.

» Pour résoudre la question, il fallait mesurer la quantité de chaleur dégagée; je me suis servi d'un appareil calorimétrique, qui consiste essentiellement en une double enceinte de cuivre, au centre de laquelle est placé l'animal ([1]). La dilatation de l'air détermine l'écoulement d'eau d'un siphon amorcé, et, par conséquent, l'écoulement d'eau mesure la radiation calorifique de l'animal. Cet appareil, que j'ai appelé *calorimètre à siphon*, est d'un usage fort simple, d'une sensibilité et d'une exactitude suffisantes.

» Il résulte de nombreuses mensurations faites que la quantité de chaleur émise en une heure par un lapin normal de 2^{kg} à $2^{kg},5$, quand la température extérieure est entre 11° et 14°, représente par kilogramme environ $4^{cal},500$, en chiffres ronds. Ce chiffre n'est qu'une moyenne; car la production de la chaleur varie, non seulement avec le poids de l'animal et la température extérieure, mais encore avec les diverses conditions physiologiques ([2]).

» Pour simplifier, soit 100 la quantité de chaleur émise par un lapin normal; le minimum a été de 90 et le maximum de 113, dans mes expériences.

» En comparant la radiation calorique des lapins piqués, j'ai trouvé une moyenne de 124, avec un maximum de 163.

» Ainsi la piqûre du cerveau peut augmenter de plus de moitié la pro-

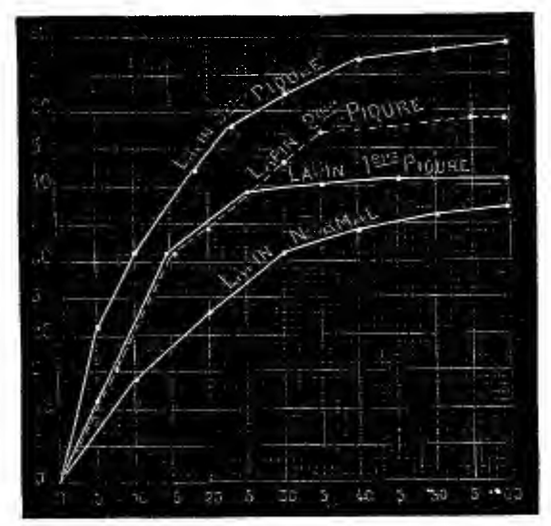
---

([1]) *Voir*, pour plus de détails, *Bulletin de la Société de Biologie*, 30 novembre 1884 et 11 janvier 1885.

([2]) Il n'existe dans la Science que très peu de mensurations calorimétriques directes. M. d'Arsonval a trouvé $6^{cal},500$ pour des lapins de poids moindre (*Gazette médicale*, 1881, p. 364); M. Senator a trouvé, pour des chiens adultes, 2530^{cal} (*Herman's Handbuch*, t. XV, p. 366).

duction de la chaleur normale, et l'augmentation de la radiation calorique coïncide avec l'augmentation de la température centrale.

Chaleur dégagée par des lapins normaux et des lapins dont le cerveau a été piqué.



La mesure de la quantité de chaleur se fait par le débit d'eau inscrit sur la figure. En bas les chiffres indiquent le temps en minutes. A gauche, l'ordonnée verticale indique en centimètres cubes la quantité d'eau écoulée. Les poids sont rapportés à un kilogramme du poids de l'animal. — Lapins de 3kg à 3kg,400 : température extérieure de 12° à 16°. Les points marqués en blanc indiquent les moments où la mesure a été faite. La courbe inférieure (lapin normal) est la moyenne de huit mensurations. Les trois autres courbes se rapportent au même lapin.

» De là, on peut conclure rigoureusement ce fait important : c'est que le système nerveux, étant excité, provoque des combustions chimiques plus actives dans les tissus ; et que la fièvre est due, non à une déperdition moindre, mais à une production plus grande de chaleur, fait qu'on avait admis depuis longtemps, mais sans pouvoir en donner la détermination directe.

» Comme conséquence de cette combustion exagérée, il y a, simultanément avec l'hypothermie, une diminution rapide. Les lapins dont le cerveau a été piqué mangent beaucoup plus que les autres, et cependant leur poids diminue très vite. En cinq ou six jours, quoique toutes leurs fonctions organiques soient conservées, ils perdent plus de $\frac{1}{6}$ de leur poids.

» De même que l'hyperthermie des lésions cérébrales coïncide avec une production exagérée de chaleur, de même l'hypothermie due à ces mêmes lésions, plus profondes, coïncide avec une production moindre de chaleur.

» Soit 100 la quantité de chaleur produite par un lapin normal, celle que produit un lapin piqué a été la suivante (¹) :

Première piqûre :	Immédiatement après	100
»	Deux heures après	112
»	Le lendemain, avant la piqûre	92
Deuxième piqûre :	Deux heures après	108
»	Quatre heures après	129
Troisième piqûre :	Plus profonde	75
Quatrième piqûre		73
Cinquième piqûre		61
»	Le lendemain de la piqûre	18

» Ainsi, sans que je puisse insister sur le détail de ces expériences, les lapins profondément piqués dégagent une quantité de chaleur bien moindre que celle des lapins normaux.

» Ces expériences prouvent que, si le système nerveux est le régulateur de la chaleur, c'est par une action sur la vie chimique bien plutôt que par une influence vaso-motrice. Dans la fièvre on prend plus de chaleur qu'à l'état normal, dans l'algidité on perd moins de chaleur qu'à l'état normal, de sorte que la température, dans ces deux états, marche de pair avec la production de calorique. Ainsi les changements de production calorique, au moins chez les animaux pourvus d'une fourrure épaisse, ont plus d'importance pour déterminer la température générale que les changements de déperdition calorique (²). »

PHYSIOLOGIE. — *Études sur l'inhalation du formène et du formène monochloré (chlorure de méthyle).* Note de MM. J. **Regnauld** et **Villejean**, présentée par M. Vulpian.

« La présente Note résume les principaux résultats consignés dans notre travail. Le Mémoire comprend : 1° les procédés mis en usage pour préparer les agents chimiques expérimentés et pour vérifier leur pureté; 2° la

(¹) Pour éviter les corrections de température, j'ai employé une disposition indiquée par M. d'Arsonval et je mesure simultanément, dans deux appareils récepteurs identiques, la chaleur produite pour deux lapins de même poids, dont un est normal, avec une radiation calorique que je suppose égale à 100.

(²) Travail du laboratoire de Physique de la Faculté de Médecine de Paris.

description et les figures des appareils que nous avons construits pour l'inhalation et le dosage des mélanges gazeux ; 3° les observations détaillées et les Tableaux récapitulatifs de chaque série d'expériences.

» *Inhalation du formène* C^2H^4 (*conclusions*). — Les observations portent sur diverses espèces animales : vingt chiens, huit cobayes, lapins.

» Le formène inhalé en même temps que l'oxygène dans des proportions variant entre $3^{vol},5$ et 5^{vol} *formène* pour 1^{vol} *oxygène*, pendant des temps compris entre 1^h et 3^h48^m, ne donne lieu à aucun symptôme anesthésique. Les fonctions des systèmes nerveux sensitif et moteur restent absolument normales pendant toute la durée de l'inhalation et dans le temps qui la suit.

» Ce résultat est conforme à l'opinion la plus accréditée sur l'indifférence du formène en tant qu'analgésique.

» Quant au rapprochement établi par quelques auteurs entre les propriétés physiologiques du formène et celles du protoxyde d'azote, nous avons dû, pour en juger la valeur, instituer des expériences délicates, fondées sur les principes qui ont dirigé M. P. Bert dans ses travaux sur l'influence de la tension des vapeurs anesthésiques, au moment où elles pénètrent dans le sang à travers les réseaux vasculaires des cellules bronchiques.

» La discussion des nombres inscrits dans le Mémoire a fixé notre choix sur un mélange de 4^{vol} de formène et de 1^{vol} d'oxygène.

» Sous une pression atmosphérique de 760^{mm} de mercure, il suffit d'établir une pression de 150^{mm} de mercure dans une cloche pour que la tension propre du formène devienne égale à celle de l'atmosphère. On trouve dans le Mémoire la disposition de l'appareil qui réalise ces conditions, tout en soustrayant l'animal à l'influence de l'acide carbonique provenant de sa respiration.

» Les observations démontrent qu'avec une tension égale et, dans quelques cas, légèrement supérieure à la pression ambiante, le formène conserve son inertie. De cette seconde série d'essais, il est permis de conclure à l'erreur des auteurs qui ont assimilé les propriétés du formène à celles du protoxyde d'azote.

» *Inhalation du formène monochloré* (chlorure de méthyle) C^2H^3Cl. — Les propriétés anesthésiques du chlorure de méthyle, observées pour la première fois par M. Richardson (1867), ont été depuis constatées par plusieurs physiologistes. Nous n'avons pas cru inutile de reprendre l'étude

de ce gaz, recueilli pur, grâce à l'emploi de l'alcool méthylique entièrement privé d'acétone ([1]).

» Les inhalations sont au nombre de vingt-sept; onze ont été pratiquées avec des mélanges de chlorure de méthyle et d'air, les seize autres avec des mélanges titrés de chlorure de méthyle et d'oxygène.

» Les phénomènes consécutifs à ces inhalations offrent, dans leur nature aussi bien que dans leur évolution successive, une analogie frappante avec le chloroforme. Ils ne s'accompagnent pas de contractures permanentes, de mouvements cloniques ou choréiques, de nystagmus, ainsi que cela a lieu pour le formène bichloré (*chlorure de méthylène*) ([2]).

» La méthode suivie nous permet de préciser un fait que nous croyons nouveau : le poids de chlorure de méthyle nécessaire pour produire l'anesthésie ou l'analgésie est supérieur à celui du chloroforme; il est presque double pour les chiens.

» Dans le mélange type de 10^{gr} de chloroforme et 100^{lit} d'air adopté par M. P. Bert pour maintenir l'anesthésie, le rapport en poids du chloroforme à l'oxygène est $\frac{1}{3,36} = 0,297$ et la quantité moyenne de chloroforme inhalé dans une minute est $1^{gr},15$. Dans nos expériences, le rapport en poids du chlorure de méthyle à l'oxygène est, en moyenne, de 4,11 au lieu de 0,297. D'autre part, pour produire les mêmes symptômes, le poids moyen de chlorure de méthyle inhalé par minute atteint $2^{gr},09$ au lieu de $1^{gr},15$; c'est donc près du double.

» Si le rapport tombe au-dessous d'une certaine limite, il n'y a plus d'anesthésie. Le même fait a été constaté pour les mélanges de chloroforme et d'air (P. Bert). Dans une des expériences, le rapport en poids étant 1,56 C^2H^3Cl pour 1 d'oxygène et la quantité inhalée en une minute $1^{gr},27$, l'analgésie est nulle après quarante-quatre minutes, bien que le chien ait fait passer dans son poumon la dose énorme de 56^{gr} de chlorure de méthyle.

» Ces relations, applicables aux chiens, varient suivant les espèces animales. Ainsi, pour les cobayes, le rapport en poids 3,20 de chlorure de méthyle à 1 d'oxygène est inoffensif et détermine l'analgésie. Les rapports 4,37 et 4,77 à 1 d'oxygène, non dangereux pour les chiens, ont causé la mort des animaux de ce groupe.

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1884.
([2]) *Ibid.*, mai 1884.

» Pour terminer, ajoutons que, chez toutes les espèces, la période de retour complet à l'état physiologique normal est d'une remarquable brièveté : pour les chiens, elle ne dépasse pas, en moyenne, deux minutes quarante-six secondes. Il est permis d'en conclure que l'élimination du chlorure de méthyle s'accomplit plus facilement que celle des autres dérivés chlorés du formène. La netteté de cette phase et sa courte durée ont d'ailleurs été constatées par MM. P. Berger et Ch. Richet dans une Note inédite qu'ils ont bien voulu nous communiquer. »

MÉDECINE. — *Sur la nature indifférente des bacilles courbes ou bacilles-virgules* (Comma-bacillus), *et sur la présence de leurs germes dans l'atmosphère.* Note de M. **J. Héricourt**, présentée par M. Richet.

« Ayant eu l'occasion, lors de la dernière épidémie cholérique, de constater, dans les sécrétions intestinales de quelques malades, la présence du bacille recourbé dont on a voulu faire un élément pathogène, nous avons été conduit, dans le but de rechercher si ce micro-organisme n'était pas un habitant banal du milieu ambiant, à entreprendre un série d'investigations dont les résultats sont les suivants :

» 1° Dans toutes les eaux, quelles que soient leur qualité et leur origine (eaux de source, d'égouts, de puits, de citernes, eaux courantes ou stagnantes), il existe des bacilles courbes, de formes et de dimensions variables, parmi lesquels ceux du type décrit comme cholérigène se retrouvent constamment. Des diverses eaux examinées, quelques-unes ont été prises dans des localités absolument indemnes de choléra; d'autres ont été analysées récemment, alors qu'il n'était plus question de cette maladie; la plupart servaient à l'alimentation et étaient de parfaite qualité.

» 2° La présence constante de ces micro-organismes dans les eaux de toute origine ne pouvant être expliquée que par l'existence de leurs germes dans l'air, nous avons recueilli des poussières atmosphériques en différents milieux, tels que jardins, appartements, chambres de caserne, salles de malades, écuries, latrines. Avec ces poussières, nous avons ensemencé des bouillons de bœuf neutres, stérilisés par la chaleur, et des pommes de terre cuites, et, dans toutes les récoltes microbiques ainsi obtenues, nous avons constamment trouvé de nombreux bacilles courbes.

» 3° Les bacilles courbes n'existent pas, parmi les poussières atmosphé-

riques, sous leur forme caractéristique; ils s'y trouvent à l'état de germes, sous forme de spores. En effet, si l'on examine ces poussières immédiatement après les avoir étendues d'eau distillée et stérilisée, on ne voit guère, parmi des spores nombreuses, que de très rares bacilles courbes, encore ceux-ci sont-ils à peine reconnaissables et déformés par la présence d'une ou de plusieurs spores développées à leurs extrémités ou au milieu de leur contour. Ces déformations sont précisément celles qu'on observe dans les cultures vieillies. Mais, si l'on cherche ce que devient cette dilution de poussières pendant les jours qui suivent ce premier examen, on peut constater que les formes parfaites et adultes des bacilles courbes deviennent de plus en plus nombreuses jusque vers les troisième et quatrième jours, terme de leur plus grande activité, au delà duquel leur déformation par production des spores apparaît de nouveau.

» 4° La présence des bacilles courbes dans les eaux et celle de leurs germes dans l'air expliquent comment on les rencontre partout où l'eau peut avoir accès, partout où l'air peut déposer ses poussières. Les déjections intestinales, dans la diarrhée simple comme dans la dyssenterie et la fièvre typhoïde, les sécrétions broncho-pulmonaires dans les maladies de poitrine les plus variées, depuis le catarrhe simple jusqu'à la tuberculose cavitaire, le pus exposé à l'air, la salive de l'homme sain ou malade, toutes les substances enfin susceptibles de servir à la nutrition des germes de bactériens renferment des bacilles courbes, et parfois en plus grand nombre que les autres bactériens auxquels ils sont associés dans ces différents milieux de culture. La boue des rues, faite de poussière et d'eau, peut de même être considérée comme leur constituant un milieu favorable, dans lequel ils se montrent nombreux et actifs.

» 5° Ces micro-organismes sont énergiquement aérobies et c'est seulement à la surface des liquides qu'il faut les recueillir. Ils sont très mobiles, agités des rapides oscillations propres aux vibrioniens et doués d'une forte réfringence. Ils sont facilement colorés par le violet de méthyle en solution aqueuse, et, ainsi fixés, se montrent sous les diverses formes décrites, en comma, en virgule, en oméga, en S, en vis, etc. En général, ils ont la moitié ou les deux tiers de la longueur des bacilles de la tuberculose, et sont plus gros et moins réguliers que ces derniers; en somme, aucune différence de forme et de coloration ne les distingue de ceux qu'on rencontre dans les déjections des cholériques. L'ensemencement des bouillons avec les poussières prouve bien que les spores, dont on constate la formation dans les cultures vieillies, constituent leur état résistant et

durable; l'humidité paraît être la qualité indispensable au développement de leurs formes parfaites.

» 6° Récoltés spontanément sur un bouillon ou sur une pomme de terre, et cultivés ensuite sur de la gélatine nourricière, les bacilles courbes forment des colonies arrondies, à contour dentelé, composées de granules fortement réfringents. Ces colonies, à la température de 20° à 22°C., creusent dans la gélatine, en la liquéfiant, une sorte de godet qui se développe en profondeur sous la forme d'un doigt de gant.

» 7° En attendant que des inoculations très concluantes, au point de vue de leur rôle pathogénique, aient été faites avec les bacilles-virgules, recueillis dans les intestins des cholériques, la conclusion à tirer de toutes les observations qui précèdent, c'est que ces micro-organismes sont les mêmes que ceux qu'on rencontre dans toutes les sécrétions normales ou pathologiques, à la seule condition que celles-ci aient été en contact avec l'eau dont les bacilles courbes sont les hôtes habituels, ou avec l'air qui en transporte les germes. »

M. de Plagniol transmet à l'Académie, par l'entremise de M. de Quatrefages, deux Mémoires ayant pour titres : « Étude sur l'œuf du Ver à soie et son développement » et « Théorie de l'origine des sexes ».

M. L. Hugo adresse une Note « Sur les systèmes de courbes obtenus sur des modèles en bois à couches naturelles ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 avril 1885.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1884. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°. (Deux exemplaires.)

Muséum d'Histoire naturelle. Rapports annuels de MM. les professeurs et chefs de service, 1883. Paris, impr. P. Dupont, 1884; in-8°.

Le vrai moyen de vivre longtemps; par S. CHAMPROUX. Paris, Dentu, 1885; in-8°.

L'année scientifique et industrielle; par L. FIGUIER, 1884. Paris, Hachette et Cie, 1885; in-12.

Pièces relatives à l'hélice cannelée de M. VERGNE. Dijon, impr. régionale, 1885; in-12.

La Médecine et la Chirurgie des antiseptiques; par A.-P. GOURVAT. Nontron, impr. Goubault, 1884; in-8°. (Adressé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

CHARLES MOURLON. *Téléphonie à grande distance.* Paris, Michelet, 1885; in-8°.

Les Sarcoptides plumicoles ou analgésinés; par le Dr E.-L. TROUESSART. Ire Partie : *les Ptérolichés,* en collaboration avec M. P. MÉGNIN. Paris, O. Doin, 1885; in-8°.

Monographie du genre Freyana (*Haller*) *et descriptions nouvelles du Musée d'Angers; par* le Dr E.-L. TROUESSART et M. P. MÉGNIN. Angers, impr. Germain et Grassin, 1884; in-8°. (Ces deux derniers Ouvrages sont adressés au concours Cuvier, 1885.)

Das Weltgesetz oder neue Theorie der allgemeinen Schwere; von J. BEGLINGER. Zurich, Meyer et Zeller, 1885; in-8°.

Dimostrazione dei teoremi dello Stewart; per M. MARTONE. Napoli, tipogr. A. Trani, 1885; in-8°.

Sui temporali osservati nell'Italia superiore durante l'anno 1879, relazione di ED. PINI. Milano, U. Hœpli, 1885; in-4°.

Indiana. Department of Geology and natural History (*fourteenth annual Report*), 1884. Indianapolis, W.-B. Burford, 1884; in-8° relié.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AVRIL 1885.

Traité d'hydrographie. Levé et construction des cartes marines; par A. GERMAIN. Paris, Impr. nationale, 1882; 1 vol. gr. in-8° avec tables.

Traité des projections des cartes géographiques. Représentation plane de la sphère et du sphéroïde; par A. GERMAIN. Paris, A. Bertrand, sans date; in-8°.

Pilote des côtes sud de France; par A. GERMAIN. Paris, Challamel, 1876; 1 vol. in-8°, avec atlas in-4° oblong.

Mission hydrographique des côtes sud de France. Rapport sur l'état de l'em-

bouchure du Rhône et du golfe de Foz en 1872. Paris, imp. Lemercier, 1872; in-4° autographié.

Madagascar. Côte orientale; par M. Germain. Paris, imp. A. Lainé, 1866; in-8°. (Extrait des *Annales hydrographiques.*)

Note sur Zanzibar et la côte orientale d'Afrique. — Le premier méridien et la Connaissance des temps. — Quelques mots sur l'Oman et le Sultan de Maskate; par A. Germain. Paris, 1868-1875; 3 br. in-8°. (Extraits du *Bulletin de la Société de Géographie.*)

Mémoire sur de nouvelles courbes servant à représenter et à mesurer la stabilité statique des navires sous toutes les inclinaisons possibles; par M. V. Daymard. Marseille, 1883; in-4° autographié avec atlas. (Présenté par M. Lévy, pour le concours Plumey de 1885.)

Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique sur une mission aux îles Philippines et en Malaisie (1879-1881); *par* M. le Dr J. Montano. Paris, Impr. nationale, 1885; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Compositions d'Analyse et de Mécanique données depuis 1869 *à la Sorbonne pour la licence ès sciences mathématiques, suivies d'Exercices sur les variables imaginaires; par* E. Villié. *Énoncés et solutions.* Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°.

Traité de Chimie élémentaire conforme au programme et avec une théorie nouvelle; par M. E.-J. Maumené. Paris et Lyon, Delhomme et Briguet, 1885; 1 vol. in-12.

Pierre de Carcavy, intermédiaire de Fermat, de Pascal et de Huygens; par M. C. Henry. Rome, 1884; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*) (Présenté par M. de Jonquières.)

Mémoires concernant l'histoire naturelle de l'empire chinois par des Pères de la Compagnie de Jésus. Troisième cahier : *Chang-Hai.* Imp. de la Mission catholique, 1885; in-4°.

Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale; par le R. P. Heude. Neuvième fascicule. Paris, F. Savy, 1885; in-4°. (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

Concours national de compensation de chronomètres pour les températures; par M. G. Cellerier. Genève, imp. Privat, 1885; in-4°.

The Pigmies of Homer, Herodotus, Aristotle, Pliny, etc., the asiatic Pigmies, or negritos; the negrillos or african Pigmies; by A. de Quatrefages, translated by J. Errington de la Croix. First published in the Journals of the straits branch of the Royal Asiatic Society. Singapore, government printing office, 1884; in-8°.

Memoir of Nathaniel Bowditch by his son NATHANIEL INGERSOLL BOWDITCH. Third edition, Cambridge, John Wilson and son, 1884; in-4° relié. (Présenté par M. Daubrée.)

1882. *Meteorological observations made at the Adelaïde observatory, and other places in South Australia and the northern territory during the year* 1882 *under the direction of* CH. TODD. Adelaïde, printed by E. Spiller, 1885; gr. in-8°.

Giornale del Genio civile, compilato sotto l'alta direzione del Ministero dei Lavori publici; serie quarta, vol. II, III, IV. Roma, 1882-1884; in-8°, en livraisons avec atlas.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Nouveau procédé pour obtenir la liquéfaction de l'oxygène.* Note de M. L. Cailletet.

« L'éthylène liquide, dont j'ai fait connaître l'emploi à l'Académie (1), donne, en bouillant à l'air libre, un froid suffisant pour que l'oxygène, comprimé et refroidi à cette température, présente, lorsqu'on diminue sa pression, « une ébullition tumultueuse qui persiste pendant un temps » appréciable ».

» En activant l'évaporation de l'éthylène au moyen de la machine pneumatique, ainsi que Faraday l'avait fait pour le protoxyde d'azote et l'acide carbonique, on abaisse assez sa température pour amener l'oxygène à l'état liquide. J'ai cherché à éviter les inconvénients et les complications qui résultent de l'obligation d'opérer dans le vide, et, dans ce but, j'ai déjà indiqué l'emploi du formène liquide (2), qui permet d'obtenir d'emblée la liquéfaction de l'oxygène et de l'azote.

(1) *Comptes rendus*, p. 1224, mai 1882.

(2) *Ibid.*, p. 1565, juin 1884.

» J'ai pensé cependant que, malgré ces avantages, l'éthylène, qu'il est si facile maintenant de préparer et de manier ([1]), doit être préféré au formène, et je suis arrivé à obtenir, au moyen de l'éthylène bouillant dans des vases ouverts, un abaissement de température suffisant pour amener la liquéfaction complète de l'oxygène.

» Le procédé que j'emploie est extrêmement simple, puisqu'il consiste à activer l'évaporation de l'éthylène en lançant dans sa masse un courant d'air ou d'hydrogène refroidi à très basse température.

» Dans l'appareil que j'ai construit, le récipient en acier qui renferme l'éthylène est fixé à un support vertical, l'orifice dirigé vers le bas; à cet orifice est adapté un serpentin en cuivre, de 3^{mm} ou 4^{mm} de diamètre, fermé à son extrémité inférieure par un robinet à vis.

» En refroidissant à -70° le serpentin, au moyen du chlorure de méthyle, ainsi que je l'expliquerai plus loin, l'éthylène qui s'y accumule n'a plus, à cette température, qu'une faible tension et s'écoule sans perte sensible dès qu'on ouvre le robinet de sortie. Cette disposition nouvelle, que j'ai adoptée pour l'éthylène et le formène, permet de refroidir ces gaz condensés, comme si le réservoir tout entier qui les contient était refroidi à la température du serpentin.

» On reçoit l'éthylène dans une éprouvette en verre mince, disposée dans un vase en verre contenant de l'air sec; il suffit alors d'activer la vaporisation de l'éthylène, au moyen d'un rapide courant d'air ou d'hydrogène refroidi, pour permettre à l'oxygène comprimé dans un tube de verre de se résoudre en un liquide incolore, transparent et séparé du gaz qui le surmonte par un ménisque absolument net.

» J'ai mesuré, au moyen d'un thermomètre à hydrogène dont je ferai connaître prochainement la construction, la température de l'éthylène, qui, dans une de mes expériences, a été trouvée de -123°. J'espère qu'en refroidissant avec plus de soin le courant d'hydrogène, la température pourra encore être abaissée.

» Les serpentins de cuivre, dans lesquels circulent l'air et l'éthylène, sont plongés dans du chlorure de méthyle, qu'on évapore rapidement au moyen d'un courant d'air, préalablement refroidi.

» En résumé, j'ai constaté qu'en activant l'évaporation de l'éthylène

---

([1]) En ajoutant au mélange d'alcool et d'acide sulfurique une petite quantité de vaseline, on empêche le boursouflement de la matière, qui se produit si souvent dans la préparation de l'éthylène et oblige de mettre fin à l'expérience.

liquide, au moyen d'un courant d'air ou d'hydrogène fortement refroidi, on abaisse sa température bien au-dessous du point critique de l'oxygène, qui, dans ce milieu, se liquéfie de la manière la plus nette.

» Cette expérience est tellement simple et facile à exécuter, qu'elle peut entrer, dès aujourd'hui, dans la pratique des laboratoires, et être répétée dans les Cours publics ([1]).

» Ces expériences ont été exécutées au laboratoire de Physique de la Sorbonne, grâce à la bienveillance de M. Jamin. »

CHIMIE. — *Sur le pourpre de Cassius;* par M. **H. Debray.**

« M. Max Muller a publié, l'année dernière, dans le *Journal für praktische Chemie,* t. XXX, un Mémoire sur le pourpre d'or dont je n'ai eu connaissance que récemment, par la traduction qui a paru dans le numéro de mars 1885 du *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville ([2]). De là le retard dans la réclamation que j'adresse aujourd'hui à l'Académie. L'auteur, en faisant l'historique d'une question qui a occupé beaucoup de chimistes, fait ressortir que ceux-ci se sont partagés entre deux hypothèses :

« Buisson, Gay-Lussac, Kaff, Marcadieu, Proust, Larzeau, J.-C. Fischer et Debray (dit M. Muller) sont d'avis que la couleur du pourpre d'or est due à de l'or finement divisé ; Berzelius, Buchner, Clarke, Desmarets, Figuier, A.-W. Fischer, Fuchs, Lentin, Oberkamp, Robiquet, Schweiger, Seidel et Strecker sont amenés par leurs expériences à conclure que le pourpre contient de l'or à l'état d'oxydation. Quant à la composition précise du pourpre, les défenseurs de cette dernière opinion sont loin de s'accorder entre eux.

» Un peu plus loin, après avoir relaté les diverses hypothèses émises sur la nature de l'oxyde d'or colorant le pourpre, l'auteur ajoute ([3]) :

« Les mêmes faits qui ont déterminé nombre de chimistes à aligner des formules compliquées pour représenter la constitution du pourpre d'or ont imposé à d'autres chimistes la conviction que la couleur était produite par de l'or métallique. Néanmoins les expériences publiées sont loin d'avoir une vertu démonstrative suffisante pour faire accepter générale-

---

([1]) M. E. Sainte-Claire Deville, Ingénieur de la Compagnie parisienne du Gaz et fi de notre regretté Confrère, a étudié, d'après mon conseil, il y a quelque temps déjà, l'abaissement de température qui résulte de la rapide évaporation du chlorure de méthyle. M. Deville a constaté qu'en refroidissant suffisamment l'air injecté, on peut maintenir à peu près constantes, pendant plusieurs heures, des températures variant de — 23° à — 72°.

([2]) *Moniteur scientifique*, 519e livraison, mars 1885, p. 240 et 241.

([3]) *Ibid.*, p. 241.

ment cette dernière opinion. De nouvelles recherches étaient donc nécessaires pour éclaircir la question si discutée de la constitution du pourpre d'or. »

» M. Max Muller n'a certainement pas lu mon travail; sans cela il aurait reconnu que mes expériences sont démonstratives, puisqu'il les a reproduites dans son Mémoire en les étendant seulement à d'autres corps.

» Ainsi, pour montrer que, dans le pourpre de Cassius, il n'y a que de l'or métallique qui *teint* l'oxyde d'étain, j'indique les expériences suivantes (¹):

» On fait bouillir un mélange de solutions de bichlorure d'étain et d'acétate de soude : le bioxyde se précipite. On verse alors dans la liqueur chaude un peu de chlorure d'or, puis de l'oxalate de potasse; la réduction de l'or s'opère immédiatement; une très petite quantité de métal se dépose sur le verre, la presque totalité se précipite sur l'oxyde d'étain, qui prend alors la couleur ordinaire du pourpre de Cassius.

» On peut produire une coloration toute semblable avec de l'alumine en précipitant l'or dans une liqueur qui contient de l'alumine en suspension. Pour cela on ajoute à du chlorure d'or saturé par de l'acétate de soude de l'alumine en gelée, et, quand le mélange est chaud, on verse un peu d'oxalate de potasse qui détermine la réduction de l'or. »

» Le savant allemand reproduit ces deux expériences en les modifiant légèrement; il réduit le sel d'or en solution faiblement alcaline par du glucose. Il en a fait d'autres, à la vérité; il obtient un pourpre, par exemple, en calcinant à l'air ou en réduisant dans l'hydrogène de la magnésie colorée en jaune par de l'oxyde d'or, mais ces expériences n'ajoutent rien, au point de vue théorique, à la démonstration que j'ai donnée en 1872 de la présence de l'or métallique dans le pourpre de Cassius, et je continue à penser que cet or est uni à la matière divisée qu'il recouvre de la même manière que les matières colorantes le sont aux oxydes dans les laques ou sur les fibres dans la teinture bon teint, et que cette combinaison est assez stable pour que le mercure ne puisse plus s'amalgamer avec l'or ainsi fixé.

» M. Max Muller pense, au contraire, que la coloration est due seulement à un état de division suffisant de l'or, sans attribuer aucun rôle à la matière qu'il colore. Mais, quoi qu'il en soit de cette divergence dans l'interprétation des phénomènes, nous sommes d'accord sur la non-existence d'un oxyde d'or. Le travail de M. Muller conserve d'ailleurs au point de vue technique toute son importance, parce qu'il a étendu la propriété de donner du pourpre à beaucoup d'oxydes et de sels insolubles (oxyde de magnésium et de plomb, phosphate de chaux, sulfate de baryte, etc.), et

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1026 (1872).

surtout parce qu'il indique avec précision des moyens variés d'obtenir ces pourpres avec une composition déterminée. Il a fait ainsi connaître de nouvelles matières vitrifiables rouges, dont l'industrie du verre et de la porcelaine tireront un excellent parti. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence des marées lunaires sur les vents alizés, d'après une Note de M.* Poincaré [1]; par M. **Faye.**

« M. le Président m'a chargé, lundi dernier, d'examiner la Note de M. Poincaré.

» On sait depuis longtemps que les alizés, phénomène exclusivement dû à la chaleur du Soleil combinée avec la rotation de la Terre, se déplacent notablement, sur notre hémisphère, d'une saison à l'autre. En étudiant de près ces phénomènes, sur les Cartes journalières publiées par M. Teisserenc de Bort, M. Poincaré vient d'y découvrir une influence bien différente de celle de la chaleur solaire, à savoir l'attraction de la Lune. Il trouve que la limite boréale de nos alizés s'éloigne ou se rapproche du pôle nord en même temps que la Lune. Le phénomène serait ainsi diamétralement opposé à ce qu'il observe pour le Soleil, car, sous l'influence du Soleil, la limite moyenne des alizés marche vers l'équateur quand le Soleil marche vers le pôle nord. Le savant auteur en conclut que la marée lunaire ($0^{m},50$ de hauteur), combinée avec la rotation, détermine dans l'atmosphère un vaste courant d'est assez énergique pour produire en bas un alizé dans des régions où il ne devrait pas en exister en vertu de la seule action solaire.

» Le phénomène serait tellement net que trois mois d'observations, pendant l'hiver de 1879-1880, ont paru bien suffisants à l'auteur pour en établir la loi. Il me reste pourtant plus d'un doute. D'abord l'accord n'est pas complet : l'auteur lui-même signale deux écarts notables qu'il a rencontrés dans le cours du premier mois et qu'il n'explique pas. En second lieu, il est étonnant que la différence des syzygies aux quadratures, si marquée dans les marées océaniques, ne se fasse nullement sentir dans l'atmosphère. Enfin l'existence régulière des calmes équatoriaux ne paraît guère compatible avec celle d'un courant d'est assez puissant pour reporter la limite des alizés de 15° ou 20° vers le nord ou vers le sud.

» Il serait donc à désirer que l'auteur étendît ses recherches à plus d'une saison, non pas seulement pour examiner des points secondaires, mais

---

[1] *Voir* plus loin la Note de M. Poincaré, p. 1084.

pour soumettre la loi même qu'il a formulée à une épreuve complète. Quoi qu'il en soit, la série des observations est remarquable, et je pense que les lecteurs des *Comptes rendus* accueilleront avec intérêt le Mémoire de M. Poincaré. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les différences que paraissent présenter les diverses régions de l'écorce grise cérébrale, dites* centres psycho-moteurs, *sous le rapport de leur excitabilité*. Note de M. VULPIAN.

« Les physiologistes qui ont étudié sur des mammifères les effets des excitations électriques de la surface du cerveau proprement dit ont tous constaté que les divers points dont la faradisation provoque des mouvements dans telle ou telle partie déterminée du corps paraissent ne pas posséder le même degré d'excitabilité. Si l'on soumet successivement, par exemple, à la faradisation, sur un chien, la région cérébrale superficielle où l'on a admis l'existence d'un centre moteur pour les muscles de la face, celle où l'on a localisé un centre moteur pour le membre antérieur et enfin celle où l'on place un centre moteur du membre postérieur, on reconnaît facilement que, de ces trois régions, celle qui semble le plus excitable est la région que j'appellerai *cérébro-faciale* par abréviation : la région *cérébro-brachiale* et la région *cérébro-crurale* sont à peu près semblables l'une à l'autre, sous le rapport de leur excitabilité apparente; cependant il y a une légère différence en faveur de la première de ces deux régions. Dans une expérience de ce genre, lorsque la bobine au fil induit (appareil à chariot) avait parcouru $0^m,185$ sur la coulisse, on déterminait des mouvements de la joue et des paupières du côté droit en électrisant la région cérébro-faciale avec le courant induit et saccadé, obtenu dans ces conditions; mais ce courant était trop faible pour produire un effet reconnaissable, quand on le faisait passer par la région cérébro-brachiale ou la région cérébro-crurale. Si l'on rapprochait d'un centimètre la bobine au fil induit de la bobine au fil inducteur, c'est-à-dire lorsque la première de ces bobines était à $0^m,175$ du point où elle recouvre entièrement l'autre bobine, on produisait, à l'aide du courant obtenu dans ces nouvelles conditions, un léger mouvement dans le membre antérieur ou dans le membre postérieur, suivant que l'on faradisait la région cérébro-brachiale ou la région cérébro-crurale du gyrus sigmoïde. Le mouvement était moins marqué dans le membre postérieur que dans le membre antérieur, et si l'on augmentait un peu l'écartement des bobines, en le portant à $0^m,178$, on observait encore un très faible

mouvement dans le membre antérieur, tandis que la faradisation de la région cérébro-crurale n'avait aucune action sur le membre postérieur.

» Est-on en droit de conclure de résultats expérimentaux de cette sorte que la substance grise des régions excito-motrices du cerveau, ou la substance blanche sous-jacente, est réellement plus excitable dans certaines de ces régions que dans d'autres? Pour expliquer cette apparente différence d'excitabilité des diverses régions excito-motrices du cerveau proprement dit, il me semble qu'il faut tenir grand compte de la distance qui sépare les régions cérébrales sur lesquelles portent les excitations électriques des foyers d'origine d'où émanent, soit dans le bulbe rachidien, soit dans la moelle épinière, les nerfs mis en jeu par la faradisation du cerveau. Plus ces foyers sont éloignés de la région cérébrale électrisée, plus l'excitation de cette région doit être forte pour les atteindre.

» Il est vrai que cette interprétation est en désaccord avec une théorie qui a fait fortune en Physiologie et qui, aujourd'hui encore, peut être considérée comme classique. Je veux parler de la théorie de M. Pflüger, d'après laquelle les excitations électriques lancées dans un nerf moteur deviendraient de plus en plus fortes en parcourant ce nerf, du point excité vers la terminaison périphérique. M. Pflüger comparait cette augmentation progressive de force avec ce qui a lieu pour les avalanches, de telle sorte que l'on a parfois nommé cette théorie *théorie de l'avalanche*.

» Si les choses se passaient ainsi en réalité, il est visible qu'une excitation électrique, d'intensité constante, portant sur un nerf moteur, devrait produire une contraction musculaire d'autant plus énergique qu'elle agirait sur un point plus éloigné des muscles : il est tout aussi clair que, d'après cette théorie, un courant trop faible pour donner lieu à une contraction musculaire, lorsqu'il porte sur un point d'un nerf moteur voisin de ses extrémités périphériques, pourrait provoquer cette contraction lorsqu'on le ferait passer par un point éloigné de ces extrémités. En appliquant cette donnée aux effets des électrisations des régions excito-motrices du cerveau, on voit que, si les mouvements produits par ces électrisations sont dus à une excitation, non de la substance grise elle-même, mais des fibres nerveuses qui en partent, les choses devraient se passer non comme on les observe, mais en sens inverse; c'est-à-dire que l'on devrait obtenir des contractions des muscles du membre postérieur, en faradisant la région cérébro-crurale, avec un courant plus faible que celui qui serait nécessaire pour déterminer des contractions des muscles de la face, quand on agit sur la région cérébro-faciale.

» Nous avons vu, et en cela nous sommes d'accord avec tous les expéri-

mentateurs, qu'il en est tout autrement. Si la théorie dite *de l'avalanche* est exacte, on pourrait donc repousser l'interprétation que je proposais tout à l'heure pour expliquer comment, pour provoquer un mouvement du membre postérieur en faradisant la région cérébrocrurale, il est nécessaire d'employer un courant plus fort que lorsque l'on veut faire contracter les muscles de la face, en agissant sur le centre cérébrofacial. Ce serait bien d'une différence réelle d'excitabilité des tissus électrisés qu'il s'agirait dans ces faits d'expérience.

» Mais la théorie de M. Pflüger est-elle exacte?

» Disons tout d'abord qu'elle paraît en contradiction complète avec certains résultats expérimentaux qui ne sont pas contestés. On sait que, dans les membres dont la circulation artérielle est brusquement interrompue, les nerfs moteurs, au bout d'un certain temps, perdent leur action sur les muscles et que leurs rameaux périphériques conservent encore un certain degré de motricité, à un moment où leurs troncs peuvent subir les excitations les plus intenses, sans qu'il en résulte la moindre contraction musculaire. Il en est de même dans l'intoxication par le curare. Si l'on explore d'instant en instant la motricité sur un animal curarisé, dès que l'action des nerfs moteurs sur les muscles commence à diminuer, il arrive aussi un moment où les excitations mécaniques ou électriques des troncs nerveux ne produisent plus de mouvements, tandis que les mêmes excitations, répétées sur des rameaux ou des filets nerveux au voisinage des muscles qu'ils innervent, y déterminent encore des contractions très nettes. Ce sont là des faits bien connus et qu'on explique par une hypothèse entièrement en opposition avec celle de M. Pflüger, c'est-à-dire en admettant que les excitations se transmettent aux muscles d'autant moins affaiblies qu'elles ont parcouru un trajet plus court dans les nerfs excités. Que ce soit la contractilité musculaire qui diminue, comme dans le cas de l'interception de la circulation artérielle dans un membre, ou que ce soit un obstacle apporté au passage des excitations des fibres nerveuses à la substance musculaire des faisceaux primitifs, comme dans le cas de la curarisation, il faut, au fur et à mesure de l'accroissement des difficultés de la mise en jeu des faisceaux musculaires par les fibres nerveuses, que les excitants expérimentaux, pour être efficaces, portent sur des points de plus en plus rapprochés des extrémités terminales de ces fibres nerveuses.

» En fait, la théorie de M. Pflüger, qui est repoussée par plusieurs physiologistes, parmi lesquels je citerai M. Rosenthal et M. Marey, s'appuie sur des expériences qui ne sont pas décisives, et si l'on se place dans d'autres conditions expérimentales, plus simples, on obtient des résultats

tout différents de ceux qu'il a fait connaître. C'est ce que j'ai pu constater de la façon la plus nette sur des chiens.

» Les animaux sur lesquels ont été faites mes expériences étaient chloralisés par injection intra-veineuse, jusqu'à abolition complète des phénomènes réflexes d'origine médullaire. On mettait à découvert le nerf sciatique et ses branches. Le nerf sciatique poplité externe était séparé avec soin du tissu cellulaire environnant, à la partie supérieure de la cuisse, et on le soulevait, en cette région, sans le couper, sur une baguette de verre; on isolait de même le nerf tibial antérieur, immédiatement au-dessus du point où il s'enfonce entre les muscles de la région jambière antéro-externe (1). On faisait ensuite passer un courant faradique extrêmement faible par les parties isolées des deux nerfs susdits. Je citerai les résultats de deux expériences, comme exemples. Sur un chien, on obtenait encore un mouvement assez fort de flexion du pied sur la jambe en faradisant le nerf tibial antérieur avec le courant que donnait la bobine au fil induit, écartée de $0^m,51$ du point où elle recouvre entièrement la bobine au fil inducteur. Le nerf sciatique poplité externe, électrisé par le même courant, ne provoquait aucun mouvement du pied; il fallait rapprocher la bobine au fil induit de $0^m,015$ pour déterminer ainsi un mouvement. Chez un autre chien, le tibial antérieur suscitait un mouvement bien net du pied lorsque la bobine qui fournissait le courant induit était écartée sur la coulisse de $0^m,53$; le nerf sciatique poplité externe ne répondait que lorsque la bobine au fil induit était à $0^m,51$ de son point de départ. Chez ces deux animaux, la distance entre le point excité du nerf sciatique poplité externe et le point excité du nerf tibial antérieur était de $0^m,105$. L'expérience a été faite aussi en faisant passer le courant par le tronc du nerf sciatique ou par le sciatique poplité externe d'une part, et par le nerf musculo-cutané, d'autre part; les résultats ont toujours été dans le même sens.

» La théorie de M. Pflüger me paraît donc inacceptable. Les excitations expérimentales des nerfs moteurs, loin d'acquérir une intensité de plus en plus grande à mesure qu'elles parcourent les fibres nerveuses, du point excité vers les extrémités terminales intra-musculaires, perdent progressivement, au contraire, de leur énergie pendant ce parcours, et cette dimi-

(1) Chez le chien, des deux branches de terminaison du nerf sciatique poplité externe, le nerf musculo-cutané est très grêle, tandis que le nerf tibial antérieur est presque de même grosseur que le tronc nerveux dont il émane.

nution de force peut empêcher l'excitation, si elle porte sur un point du nerf éloigné de la périphérie, de donner lieu à une contraction.

» Je me crois donc autorisé à admettre, comme je l'ai dit, que si les excitations électriques doivent être plus fortes pour produire un mouvement du membre postérieur, en portant sur la surface de la région cérébrocrurale, que pour provoquer un mouvement de la face, en passant par la région cérébrofaciale, cela ne tient pas à une différence réelle de l'excitabilité de ces deux régions, mais simplement à la différence des distances qui les séparent des foyers d'origine, comme aussi des extrémités périphériques des nerfs que l'on met ainsi en activité.

» C'est de la même façon que l'on doit expliquer comment, chez un chien anesthésié par des doses successivement croissantes de chloral hydraté, la région cérébrofaciale semble conserver son excitabilité alors que celle des régions cérébrobrachiale et cérébrocrurale est déjà abolie. Le chloral agit certainement avec la même intensité et la même rapidité sur ces diverses régions, comme aussi sur les foyers d'origine du nerf facial, des nerfs du membre antérieur et de ceux du membre inférieur; mais, lorsque ces foyers d'origine sont engourdis à un certain degré par le chloral, des excitations d'une certaine intensité, portant successivement sur les diverses parties de l'écorce cérébrale, dites *centres moteurs*, peuvent être encore assez fortes lorsqu'elles arrivent au noyau d'origine du nerf facial pour provoquer des mouvements de la face, tandis que, à cause de la plus longue distance à parcourir, elles ne parviennent aux noyaux d'origine des nerfs des membres que trop affaiblies pour les mettre en activité [1]. »

---

[1] Lorsque l'engourdissement chloralique est plus profond, l'électrisation de la surface des régions excitables du cerveau ne détermine plus aucun mouvement dans les parties correspondantes du corps, tandis que, si elle porte directement sur les faisceaux blancs excitables sous-corticaux, elle produit encore des contractions plus ou moins fortes dans les muscles de ces parties. Cela tient à ce que, dans cette période de la chloralisation, les fibres de ces faisceaux de substance blanche sont elles-mêmes atteintes par le chloral dans l'écorce grise et uniquement dans cette écorce, c'est-à-dire dans les points où elles commencent à devenir excitables et où elles sont facilement modifiables par les agents anesthésiques. Les courants lancés à la surface du cerveau n'ont plus, lorsqu'ils parviennent aux fibres sous-corticales, après leur diffusion dans la substance grise, l'intensité nécessaire pour mettre en activité les foyers d'origine des nerfs moteurs, par l'intermédiaire de ces fibres. Quand la chloralisation est poussée encore plus loin, les faisceaux blancs eux-mêmes ne répondent plus aux excitations électriques, ce qui s'explique surtout par la paralysie complète des foyers d'origine des nerfs moteurs de la face, du tronc et des membres.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'observatoire de Marseille;* par M. E. STEPHAN.

Numéros d'ordre.	Position moyenne pour 1885,0. Ascension droite.	Distance polaire.	Époque de l'observation.	DESCRIPTION SOMMAIRE.
	h m s	° ′ ″		
1..	0. 3.52,87	62.48.33,2	1883,7	Excessivement faible; assez petite; arrondie; un peu de condensation centrale; semble résoluble.
2..	0.11.12,89	104. 7.34,7	1883,8	Faible; très petite; ronde; un peu de condensation graduelle centrale; quelques pulsations lumineuses.
3..	0.18. 2,44	74.52. 2,6	1883,8	Très faible; ronde; diam.=1′ envir.; graduell. condensée vers le centre.
4..	0.19.20,32	77.45. 2,4	1884,8	Excessiv. excess. faible; petite; ronde; très peu de condens. centrale.
5..	0.27.44,96	59.54.39,0	1883,8	Petit noyau de 14e grandeur entouré d'une nébulosité très faible, très petite, ronde; graduellement condensée autour du noyau; touchant presque au SO une étoile 12e.
6..	0.32.15,78	61. 9.34,1	1883,8	Excessivement excessiv. faible et petite; irrégulière; paraît toucher et même envelopper une très petite étoile.
7..	0.32.22,05	61. 7.16,9	1883,8	Assez faible; très petite; ronde; graduell. et assez fortement condensée vers le centre. Un petit point brillant un peu excentrique au Sud.
8..	0.32.28,44	61.11. 5,0	1883,8	Excessivement excessiv. faible et petite.
9..	1. 4.14,22	57.29. 3,5	1883,7	Faible; très petite; un peu allongée de N à S; touche au SO une très petite étoile.
10..	1.30.11,51	55. 4.25,7	1883,9	Très faible; excessivement excessiv. petite; ronde; condensation centrale et très petit point brillant central.
11 .	1.35.47,36	54.56.33,4	1883,9	Très faible petit fuseau, allongé de NE à SO, longueur = 1′ environ; un peu de condensation graduelle; enveloppe plusieurs petites étoiles.
12..	1.37.51,43	52.52.56,5	1884,9	Faible; petite; ronde; condensation centrale assez marquée.
13..	1.39.27,85	56.12. 7,6	1883,9	Très petite étoile entourée d'une nébul. excess. excess. faible et petite.
14..	1.40.35,75	55. 0.47,4	1883,9	Joli fuseau allongé de NE à SO; longueur = 1′,5 environ; modérément faible; condensation graduelle à peu près centrale où l'on distingue plusieurs petits points brillants.
15..	1.49.41,06	53.45.44,7	1883,9	Très petite étoile entourée d'une très faible et très petite nébul. arrondie.
16..	2. 4.22,13	53. 2.47,9	1883,9	Petit noyau de 13-14e grandeur entourée d'une nébulosité assez brillante, très petite; très condensée.
17..	2.17.23,28	63. 9.58,0	1884,9	Excessivement excessiv. faible et petite (presque imperceptible); ronde.
18..	2.17.27,33	63.10.46,9	1884,9	Très faible; très petite; ronde; un peu de condensation centrale.
19..	2.22.13,44	48.15.57,2	1884,9	Très petit point légèrement nébuleux.
20..	2.23.23,30	48.16.49,0	1884,9	Faible; petite; ronde; un peu de condensation graduelle centrale.
21..	2.53.12,67	47.17.47,1	1883,9	Excessivement faible; petite; ronde; très peu de condensation; on soupçonne quelques points plus brillants.
22..	2.57.58,60	91.33.19,2	1883,9	Faible; petite; ronde; un peu de condensation graduelle centrale et un petit point brillant central.
23..	3. 3.10,53	93.23.43,4	1883,9	Très petite étoile entourée d'une nébulosité arrondie, médiocrement faible et petite.
24..	3.23.27,30	102.32.59,2	1885,0	Très faible; irrégulièrement arrondie; diam. = 40″ environ; très peu de condens.; quelques points brillants vers le centre; semble résoluble.
25..	4. 2.58,49	81.39.32,5	1885,0	Très faible; très petite; ronde; résoluble; étoile 9-10e au SE.
26..	4.43. 0,52	96.31.24,4	1884,9	Modérément faible; ronde; diam. = 45″ environ; semble résoluble.
27..	7.10.44,74	66.26.26,4	1885,1	Petit fuseau allongé de SE à NO; longueur = 3′ environ; excessivement excessiv. faible; très mince; enveloppe plusieurs très petites étoiles; un point un peu plus brillant près du centre.

Numéros d'ordre.	POSITION MOYENNE POUR 1885,0 — Ascension droite.	Distance polaire.	Époque de l'observation.	DESCRIPTION SOMMAIRE.
	h m s	° ′ ″		
28..	7.22.34,23	55.44.13,6	1885,1	Excessivement excessiv. faible; vaporeuse; ovoïde, grand diam. = 45″ environ; pas ou très peu de condensation; semble résoluble.
29..	7.23.17,69	65.16.37,4	1885,1	Excessivement faible; excessivement excessiv. petite avec condensation; quelques très petites étoiles projetées.
30..	7.25. 6,91	71.28.17,8	1885,1	Excessiv. excess. faible et petite; paraît envelopper un très petit noyau.
31..	7.25.15,91	71.25.32,8	1885,1	» » » » »
32..	7.27.55,85	71.28.13,7	1885,1	Étoile 14ᵉ très légèrement nébuleuse.
33..	7.32.51,38	50.30.15,7	1885,1	Très petit fuseau dirigé de E10°N à O10°S; longueur = 1′ environ; très faible; un peu de condensation centrale; quelques très petits points brillants.
34..	7.50.49,85	51.54.21,4	1885,1	Très faible; très petite; ronde; condensation centrale; on dirait un amas minuscule.
35..	7.52.42,37	64.42.25,8	1885,1	Très faible; très petite; ronde; condensat. centrale et noyau central.
36..	7.56.18,11	73.52.18,4	1885,1	Tache laiteuse; excessivement excessivem. faible; irrégulièrement arrondie; diamètre = 1′ environ; traces de condensation à peu près centrale; soupçon de granulation.
37..	8. 5.49,02	63.17.42,0	1885,1	Très faible; irrégulièrement arrondie; diamètre = 1′,55 environ; condensation centrale; semble résoluble.
38..	8.17.55,37	71. 1.52,0	1885,2	Excessivement faible; très petite; arrondie; bords mal définis; enveloppe une très petite étoile; en touche une autre au SO.
39..	8.28.45,52	92. 9.12,4	1885,1	Faible; ovoïde; grand diam. = 1′ environ; peu de condensat.; semble résoluble; petite étoile projetée un peu excentriquement.
40..	8.29.53,86	93.41.35,8	1885,1	Excessiv. excess. faible; très petite; enveloppe deux très petites étoiles.
41..	8.31.32,31	63.50.44,6	1885,1	Très faible; excessiv. petite; ronde; condensation centrale; plusieurs petits points; apparence d'un amas minuscule.
42..	8.35. 2,03	52.22.14,1	1885,1	Très faible; excessivem. petite; irrégulière; un ou deux petits points brillants.
43..	8.39. 2,40	79.56.24,4	1885,1	Excessiv. faible; très petite; irrégulièrement arrondie; bords vaporeux; touche E petite étoile.
44..	9. 1.53,14	59.40.21,6	1884,2	Excessivement faible et petite; irrégulière; très petit point brillant.
45..	9. 7.51,6	48.36.29	1884,2	Excess. excess. faible; assez petite; irrégulièrement ovale; grand diamètre dirigé de ESE à ONO; deux points de condens. peu distincts; on soupçonne d'autres petits points projetés.
46..	9. 8. 7,47	59.47.44,2	1883,2	Assez faible; petite; ronde; condensation graduelle centrale.
47..	9.17.34,13	48.26.45,4	1884,2	Excessivement faible et petite; ronde; condensation graduelle centrale.
48..	9.29.48,03	51.47.27,3	1884,2	Excess. faible; petite; irrégulièrement arrondie; légèrement condensée vers le centre; semble résoluble; presque tangente au SO à une étoile 14ᵉ.
49..	9.36. 9,89	84.48. 6,3	1884,2	Très petite étoile développée par une nébulosité excessivement faible, un peu allongée de E à O. Précédée de 2ˢ par une étoile 13ᵉ sur le même parallèle.
50..	9.36.47,96	53.17.53,9	1884,2	Excessiv. excess. faible; assez petite; irrégulièrement arrondie; très peu de condensation; un très petit point brillant.

Remarques.

Nº 1. — Les nébuleuses 5085 Dreyer-Schultz et 12 J.-F.-W. Herschel n'ont pas été vues aux places respectivement indiquées par les Catalogues ni le 1ᵉʳ ni le 2 octobre 1883.

Nº 4. — Semble avoir diminué d'éclat du 18 octobre 1882 au 15 octobre 1884.

Nº 6. — La nébuleuse nº 7 l'emporte par sa grosseur et par son éclat sur la nébuleuse nº 6 et celle-ci sur la nébuleuse nº 8.

N° 9. — Est bien distincte de 5156 et de 5157 Dreyer-Schultz.

N° 10. — Est bien distincte de 5191 Dreyer-Stephan.

N° 16. — Est bien distincte de 496 et de 501 J.-F.-W. Herschel.

N° 28. — Observation médiocre à cause de la faiblesse de la nébuleuse et de l'absence de condensation.

N° 30. — Les nébuleuses n° 30 et n° 31 sont à peu près identiques.

N° 36. — Est bien distincte de 1612 J.-F.-W. Herschel.

N° 45. — Observation médiocre à cause de sa difficulté.

N° 50. — Est bien distincte de 1897 J.-F.-W Herschel.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1885,0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		e	h m s	° ′ ″	
1.......	334-335 Weisse (n. c.) H. O.	9	0.14.24,32	62.29. 5,5	Cat. W.
2.......	178 Weisse (a. c.) H. O.	7	0.12. 3,09	104. 5.38,9	Cat. W.
3.......	373 Weisse (a. c.) H. O.	7	0.24.19,37	74.50.29,1	Cat. W.
4.......	396 Weisse (a. c.) H. O.	8	0.25.44,75	77.42.50,6	Cat. W.
5.......	709 Weisse (n. c.) H. O.	9	0.29.32,69	59.59.24,1	Cat. W.
6.......	865 Weisse (n. c.) H. O.	9	0.34.39,06	60.58.44,0	Cat. W.
7.......	865 Weisse (n. c.) H. O.	9	0.34.39,06	60.58.44,0	Cat. W.
8.......	865 Weisse (n. c.) H. O.	9	0.34.39,06	60.58.44,0	Cat. W.
9.......	115 Weisse (n. c.) H. O.	9	1. 8.33,44	57.28.14,1	Cat. W.
10.......	2814 Lalande	7	1.27.17,59	54.58.52,4	Cat. L.
11.......	846-847 Weisse (n. c.) H. I.	8	1.38.40,31	54.51.54,9	Cat. W.
12.......	874 Weisse (n. c.) H. I.	9	1.39.52,68	52.53. 0,8	Cat. W.
13.......	892-893 Weisse (n. c.) H. I.	9	1.40.39,88	56.15.37,7	Cat. W.
14.......	999 Weisse (n. c.) H. I.	8	1.44.57,21	54.54.13,5	Cat. W.
15.......	1143 Weisse (n. c.) H. I.	9	1.50.52,38	53.47.33,6	Cat. W.
16.......	50 Weisse (n. c.) H. II.	8	2. 5.21,50	53.10.32,0	Cat. W.
17.......	293 Weisse (n. c.) H. II.	9	2.14.18,46	63.10. 4,7	Cat. W.
18.......	293 Weisse (n. c.) H. II.	9	2.14.18,46	63.10. 4,7	Cat. W.
19.......	347 Weisse (n. c.) H. II.	7	2.16.50,75	48.25.16,9	Cat. W.
20.......	347 Weisse (n. c.) H. II.	7	2.16.50,75	48.25.16,9	Cat. W.
21.......	5472 Lalande	7,5	2.52.37,22	47.20. 0,8	Cat. L.
22.......	961 Weisse (a. c.) H. II.	9	2.55.59,28	91.37. 5,0	Cat. W.
23.......	77 Weisse (a. c.) H. III.	9	3. 6.42,73	93.25.59,6	Cat. W.
24.......	460 Weisse (a. c.) H. III.	9	3.26.59,20	102.21.15,6	Cat. W
25.......	1134 Weisse (a. c.) H. III.	8	3.59 59,64	81.48.52,6	Cat. W.
26.......	9086 Lalande	8	4.44. 5,74	96.36.59,5	Cat. L.
27.......	179 Weisse (n. c.) H. VII.	9	7. 8.14,78	66.33.54,1	Cat. W
28.......	679 Weisse (n. c.) H. VII.	9	7.25.32,46	55.45.56,3	Cat. W.
29.......	14596 Lalande	9	7.24.56,17	65.15.25,9	Cat. L.
30.......	741 Weisse (n. c.) H. VII.	8	7.27. 7,98	71.25.14,4	Cat. W.
31.......	741 Weisse (n. c.) H. VII.	8	7.27. 7,98	71.25.14,4	Cat. W.
32.......	741 Weisse (n. c.) H. VII.	8	7.27. 7,98	71.25.14,4	Cat. W.
33.......	984 Weisse (n. c.) H. VII.	9	7.35.22,16	50.26. 3,3	Cat. W.
34.......	1612 Weisse (n. c.) H. VII.	7,8	8. 0.44,96	51.48. 3,6	Catl W.
35.......	1439 Weisse (n. c.) H. VII.	8	7.53.29,77	64.39. 8,3	Cat. W.
36.......	15678 Lalande	8,5	7.56. 4,96	73.45.56,6	Cat. L.
37.......	1628 Weisse (n. c.) H. VII.	9	8. 0.49,85	63.18. 8,4	Cat. W.
38.......	455 Weisse (n. c.) H. VIII.	8,9	8.21.28,20	71. 0.57,7	Cat. W.
39.......	717 Weisse (a. c.) H. VIII.	9	8.29.22,97	92.15.42,2	Cat. W.
40.......	710 Weisse (a. c.) H. VIII.	8,9	8.29. 1,88	93.45.32,2	Cat. W.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1885,0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.		Ascension droite. h m s	Distance polaire ° ′ ″	Autorité.
41.......	797 Weisse (n. c.) H. VIII.	8	8.33.42,18	63.49.12,8	Cat. W.
42.......	914 Weisse (n. c.) H. VIII.	7	8.38.15,18	52.17.28,2	Cat. W.
43.......	1014 Weisse (a. c.) H. VIII.	9	8.40.57,22	79.58.31,4	Cat. W.
44.......	97 Weisse (n. c.) H. IX.	8,9	9. 7.30,09	59.34.55,7	Cat. W.
45.......	1934 Argelander Z + 41°.	8,0	9. 5.42, 4	48,38.26	Cat. Arg.
46.......	1463 Weisse (n. c.) H. VIII.	7	9. 1. 6,06	59.53. 5,4	Cat. W.
47.......	363 Weisse (n. c.) H. IX.	7,8	9.19,30,76	48,28.36,1	Cat. W.
48.......	584 Weisse (n. c.) H. IX.	9	9.29.58,04	51.41.16,3	Cat. W.
49.......	19028 Lalande	8	9.35.19,14	84.46.28,4	Cat. L.
50.......	553-54-55 Weisse (n. c.) H. IX.	8,9	9.28.28,92	53.11.50,7	Cat. W.

HYDRAULIQUE. — *Expériences faites en Hollande sur une application du système des grands tubes mobiles de l'appareil construit à l'écluse de l'Aubois.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« Les grands tubes mobiles verticaux, ouverts à leurs deux extrémités, dont une repose alternativement sur un siège inférieur, n'ont pas seulement pour but d'épargner l'eau dans les écluses de navigation. Ils permettent aussi d'accélérer le service, en découvrant avec rapidité des orifices de sections considérables, avec peu d'effort, à cause de la manière dont les pressions sont contre-balancées. Ces tubes, s'élevant en général au-dessus du niveau du bief supérieur, sont faciles à ajuster sur leurs sièges. On peut d'ailleurs leur substituer des vannes cylindriques ou des soupapes de Cornwall.

» J'ai signalé des tubes de ce genre à la fin d'un Mémoire, publié dans les *Annales des Mines*, en 1838 [1], et qui avait pour objet la description d'un appareil à épargner l'eau dans les écluses de navigation, que j'ai, d'ailleurs, bien perfectionné depuis cette époque. J'y faisais remarquer que ces tubes permettaient d'éviter des *coups de bélier, les sections transversales n'étant jamais bouchées*.

» M. le général Poncelet a rappelé à l'Académie des Sciences, le 17 février 1845, que j'avais indiqué le principe de ces tubes mobiles, et il l'a honoré de son suffrage (*Comptes rendus,* t. XX, p. 412).

» Le gouvernement hollandais, sur la proposition de M. Van Diesen,

(1) Je les avais déjà signalés avec d'autres détails dans mon Mémoire *Sur les oscillations de l'eau dans les tuyaux de conduite,* présenté à l'Académie des Sciences l'année précédente.

ingénieur en chef du Waterstaat, a chargé M. l'ingénieur Schuurman d'aller étudier l'appareil de mon invention, construit à l'écluse de l'Aubois. Par suite de son rapport, ces grands tubes mobiles ont été appliqués avec succès à la nouvelle écluse de la commune dite *Sas-de-Gand*, sur le canal de Gand, en Belgique, à Terneuse, en Hollande.

» M. le ministre du Waterstaat, du Commerce et de l'Industrie m'a fait l'honneur de m'écrire à ce sujet, le 26 février 1885. Il me communiquait d'ailleurs le rapport qui lui avait été fait par M. Scheltema, professeur à l'Ecole polytechnique de Delft, sur mon Ouvrage en deux volumes intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes,* publié en 1883, pour lequel une médaille d'or m'a été décernée par le jury international à l'Exposition universelle d'Amsterdam.

» Les aqueducs sur lesquels ont été posés ces grands tubes mobiles ont la même section que celui de l'écluse de l'Aubois. Ces tubes sont employés concurremment avec des vannes dites *à jalousie*. D'après les renseignements qui m'ont été communiqués par MM. Van Diesen et Schuurman, ils sont jugés comme ayant sur ces vannes un grand avantage. On les lève beaucoup plus vite et ils redescendent avec une grande rapidité, quoiqu'ils soient manœuvrés au moyen d'une manivelle, qu'on retient même pour empêcher qu'ils ne descendent avec trop de vitesse. Il résulte de plusieurs essais qu'un homme lève un tube en onze secondes, tandis qu'il en fallait trente-deux pour lever une vanne à *jalousie;* chaque tube redescend en cinq secondes.

» Il faut d'ailleurs tenir compte de la manière dont les veines liquides sont contractées dans les vannes à *jalousie*, et de ce que l'emploi des tubes mobiles peut éviter des *coups de bélier* dans les aqueducs.

» La manœuvre aurait pu se faire encore plus rapidement si l'on avait employé un balancier, comme je l'ai fait moi-même, tandis que, par suite de difficultés locales, on a préféré se servir d'engrenages, chaque tube étant contre-balancé au moyen de poids descendant à son intérieur.

» Les phénomènes de succion de l'eau en mouvement étant un obstacle à la levée des tubes, dans le cas dont il s'agit, l'anneau inférieur de ceux-ci ne doit pas avoir plus d'épaisseur que cela n'est nécessaire pour obtenir un joint alternatif convenable.

» Je donnerai plus de détails dans une Note ultérieure, quand j'aurai vu fonctionner l'appareil. Les conditions à remplir ne sont pas les mêmes qu'à l'écluse de l'Aubois, où les tubes sont disposés de manière à permettre

d'obtenir une marche automatique pendant le remplissage et la vidange du sas. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Oswald Heer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Boissier obtient.	43	suffrages.
M. Agardh »	2	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Boissier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1885.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Da Gama Machado : MM. H.-Milne Edwards, de Quatrefages, Vulpian, de Lacaze-Duthiers et Blanchard réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Gosselin et Ch. Robin.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*) : MM. Gosselin, Vulpian, Richet, Charcot, Larrey, Marey, Ch. Robin, P. Bert et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Lacaze-Duthiers et Chatin.

Prix Godard : MM. Gosselin, Vulpian, Richet, Ch. Robin et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Charcot et P. Bert.

Prix Dusgate : MM. Vulpian, Gosselin, Charcot, Richet et P. Bert réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Quatrefages et Larrey.

RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Explorations de la Mission chargée de l'étude des tremblements de terre de l'Andalousie.* Rapport de M. **Fouqué**.

« La Notice qui suit est l'œuvre commune des membres de la Mission envoyée en Espagne par l'Académie pour étudier le récent tremblement de terre de l'Andalousie. Elle contient le résumé succinct de leurs observations en attendant qu'un Mémoire définitif en présente le détail complet (1).

» *Siège du tremblement de terre.* — Dans une Note précédemment publiée dans les *Comptes rendus,* nous avons déjà indiqué la position de l'épicentre, c'est-à-dire, de la surface comprenant les localités ayant présenté le maximum des désastres. Ces points se signalent non seulement par la ruine des édifices et par la mortalité qui en a été la conséquence, mais encore par le caractère des secousses qui y ont été ressenties. Ces secousses ont été essentiellement dirigées dans le sens vertical, trépidatoire; elles ont lézardé les murs de fentes symétriques par rapport à la verticale, brisé les tuiles sur les toitures et fait sauter les carrelages des planchers. L'épicentre déterminé par ces phénomènes forme une ellipse allongée de l'est à l'ouest comprenant : Periana, Canillas de Acetuno, Zafarraya, Venta de Zafarraya, Alhama, Santa Cruz, Arenas del Rey, Jatar, Jayena, Albunuelas et Murchaz. Cette ellipse a environ 40^{km} de long sur 10^{km} de large. Elle est traversée dans le sens de sa longueur par le massif montagneux de la sierra Tejeda dont les crêtes la coupent un peu obliquement de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, de telle sorte que, parmi les localités précitées, une seule, Canillas de Acetuno, se trouve au sud de la chaîne.

» Une seconde zone moins éprouvée comprend les localités qui ont eu à souffrir de mouvements oscillatoires paraissant partir de l'épicentre; c'est ainsi, par exemple, que les secousses ont été senties venant du nord-est à Malaga, du nord à Velez-Malaga, à Sedella, à Alcaucin, du nord-ouest à Motril, du sud-ouest à Grenade. Cette zone, beaucoup plus vaste que la précédente, est remarquable surtout par son prolongement au sud-ouest. La plus

(1) Depuis le retour à Paris de la Commission française, un travail important a été publié sur la question qui nous occupe par la Commission nommée par le gouvernement espagnol. Sur plus d'un point nous avons complété nos propres documents par ceux que renferme cet Ouvrage.

grande longueur mesurée de Guadix à Estepona est d'environ 200^{km}, sa plus grande largeur comptée de Albunol à Montefrio est de 100^{km}. La direction de son allongement du nord-est au sud-ouest est différente de celle du grand axe de l'épicentre. L'influence de la sierra Nevada à l'est et de la sierra de Ronda à l'ouest sur sa délimitation est évidente.

» En dehors de ces deux zones, en des localités spéciales, on a ressenti des secousses, alors qu'en des points intermédiaires le tremblement de terre avait passé inaperçu. C'est ainsi qu'il a été signalé à Jaën, à Séville, à Cordoue, à Madrid, mais sans produire aucun dommage.

» Enfin, il est à noter que les appareils magnétiques des observatoires de Greenwich et de Wilhemshafen ont éprouvé dans la nuit du 25 décembre 1884 des perturbations qui ont été attribuées à l'action de mouvements vibratoires produits sous l'influence du tremblement de terre de l'Andalousie (1).

» *Heure de la secousse du* 25 *décembre* 1884. — La secousse principale, celle qui a déterminé la presque totalité des désastres, a été sentie le soir du 25 décembre à $9^h 17^m$ (heure de Paris), à l'observatoire de San Fernando, près Cadix. C'est la seule indication exacte que l'on possède sur l'heure du phénomène. Il n'y a aucun intérêt à considérer les heures données soit par les horloges des particuliers, soit par celles des établissements publics, soit par celles des stations de chemin de fer. Aucune de ces horloges n'était réglée avec une exactitude suffisante. Leurs indications varient de $9^h 9^m$ à $9^h 34^m$. En moyenne, dans les localités comprises sur l'épicentre, elles donnent $9^h 22^m$.

» *Vitesse de propagation de l'ébranlement.* — Le défaut de réglage des horloges rend difficile la détermination de la vitesse de propagation du mouvement qui a produit les désastres matériels constatés. On ne possède à cet égard qu'une seule donnée positive. Au moment d'une des secousses de tremblement de terre (26 décembre 1884), deux employés de l'administration des télégraphes, l'un à Malaga, l'autre à Velez-Malaga, étaient en train de correspondre. Ce dernier, surpris par la secousse, cesse brusquement la correspondance. Son collègue étonné lui demande la cause de l'arrêt, lorsque, six secondes après l'interruption de la dépêche, il sent à son tour la secousse. Or la distance de Malaga à Velez-Malaga est de 30^{km},

(1) Rien de pareil n'a été observé à Paris dans les observatoires de Saint-Maur et de Montsouris. Mais la secousse a été sentie dans les observatoires de Physique terrestre de Rome, de Velletri et de Moncalieri.

et si l'on tient compte de la distance de ces deux localités au point milieu de l'épicentre d'où l'on peut supposer que partait à peu près le mouvement, il en résulte que l'ébranlement se serait propagé avec une vitesse d'au moins 1500^{m} par seconde.

» Le mouvement vibratoire qui a été constaté dans la nuit du 25 décembre à Greenwich et à Wilhemshafen est parvenu dans la première localité à $9^{h}24^{m}$ et dans la seconde à $9^{h}28^{m}4^{s}$. Or la distance de Greenwich à Grenade est d'environ 1650^{km}, celle de Wilhemshafen de 2040^{km} : la vague a mis sept minutes pour parcourir la première distance et onze minutes quatre secondes pour parcourir la seconde, ce qui donne une vitesse de 1600^{m} par seconde pour le mouvement ondulatoire loin de l'épicentre.

» *Mouvements précurseurs.* — La secousse du 25 décembre a été précédée de mouvements du sol trop faibles pour être perçus par l'homme, mais qui ont été parfaitement sentis par les animaux. L'exemple le plus frappant de ce fait nous est fourni par le récit de ce qui s'est passé dans le domaine du comte de Quadra, à San Pedro d'Alcantara près Marbella, un quart d'heure environ avant le tremblement de terre du 25 décembre. Tous les animaux de ferme : chevaux, bœufs, moutons, etc., ont été pris d'une panique subite et ont rompu leurs attaches dans les écuries et étables sans qu'on en soupçonnât la cause.

» *Bruit.* — En général, les secousses de tremblement de terre sont précédées d'un bruit comparé tantôt à celui d'un tonnerre lointain, tantôt à celui d'un train de chemin de fer ou d'une voiture lourdement chargée circulant sur une chaussée pavée. Ce phénomène n'a pas manqué dans la secousse du 25 décembre. Il a duré assez pour que beaucoup de personnes aient eu le temps de sortir de leurs maisons avant la secousse et même de descendre ou monter un escalier de deux étages. Le bruit a été séparé de la secousse par un très court intervalle estimé à une seconde. La durée du bruit et celle de la secousse ont été très diversement évaluées dans les différentes localités, et souvent même dans une même localité par différentes personnes. On peut conjecturer, d'après les renseignements fournis, que la durée de chacun de ces deux phénomènes a été en moyenne de quatre à six secondes. Cependant, dans quelques localités, le phénomène s'est certainement prolongé davantage par suite de la persistance du mouvement ondulatoire.

» *Désastres.* — D'après les renseignements officiels, on compte 690 morts et 1426 blessés dans la province de Grenade, 55 morts et 57 blessés dans celle de Malaga. A Arenas del Rey, village d'environ 1500 habitants, il y

a eu 135 morts et 253 blessés [1]. Les dommages matériels sont énormes, des villages entiers sont détruits; on compte environ 12 000 maisons ruinées et 6000 plus ou moins endommagées. La mauvaise construction des habitations, l'étroitesse des rues dans les bourgades ont contribué beaucoup au désastre. Les maisons bâties régulièrement et en bons matériaux ont en général été seulement lézardées. La pente trop considérable du terrain, la mauvaise qualité du sol des fondations ont été aussi une cause de ruine. Enfin la nature géologique du sol a eu une influence manifeste. Les bâtiments élevés sur terrain d'alluvions ont particulièrement souffert; ceux qui étaient édifiés sur des roches sédimentaires peu résistantes, calcaires friables, argiles, etc., ont été aussi très maltraités. Au contraire, ceux qui se trouvaient sur des roches solides, telles que des calcaires compacts, ou même sur des schistes anciens, ont été beaucoup plus épargnés, surtout en dehors de l'épicentre.

» *Secousses consécutives.* — La grande secousse du 25 décembre 1884, la seule dont les effets aient été vraiment destructeurs, a été suivie, dans la même nuit, de plusieurs secousses semblables, mais moins intenses, qui n'ont fait qu'achever la ruine des constructions ébranlées, sans produire par elles-mêmes de nouvelles ruines. Les commotions ont été journalières pendant la fin du mois de décembre et se sont reproduites à peu près tous les deux jours dans le mois de janvier suivant. En février, en mars et en avril, elles sont devenues plus rares tout en conservant encore une certaine fréquence. Nous en avons senti plusieurs; mais nous avons pu observer plus particulièrement celle qui s'est manifestée, le 14 février, à 8^h du soir. Nous étions alors, les uns à Agron, les autres à Arenas del Rey, c'est-à-dire en deux points appartenant à l'épicentre. Ceux qui se trouvaient dans la première localité ont entendu un bruit suivi d'un mouvement de trépidation. Ceux qui stationnaient dans la seconde ont entendu le même bruit, mais le mouvement constaté par eux a été surtout un mouvement ondulatoire, lent, très accusé. Le bruit et la secousse se sont succédé sans interruption sensible et ont duré chacun de six à sept secondes. Chaque ondulation durait une demi-seconde.

» *Effets du tremblement de terre.* — Dans une précédente Communication, nous avons déjà, parmi les effets du tremblement de terre, signalé

---

[1] Un journal de Grenade (*El defensor de Grenada*), qui s'est beaucoup intéressé à tout ce qui regarde le tremblement de terre, donne, pour la province de Grenade, d'après des constatations ultérieures, les chiffres suivants : 838 morts, 1164 blessés.

les fentes de Guaro et de Guevejar; nous les considérons comme des phénomènes superficiels, comme le résultat de glissements de terrain, sans relation immédiate avec la cause du tremblement de terre. Nous en dirons autant pour les éboulements de roches détachées des parties abruptes de la sierra Tejeda et pour les perturbations locales de terrains, observées en quelques points et comparables aux déplacements des carrelages sous l'action des mouvements trépidatoires. En aucun point, nous n'avons vu de sortie violente de gaz et de vapeur, en un mot quelque chose ressemblant à une explosion. Le dégagement de gaz de la nouvelle source chaude d'Alhama consiste simplement dans la sortie de quelques bulles dont le volume est sans importance. Le seul point qui pourrait offrir matière à contestation est un évent situé près du village de Jatar, au milieu du calcaire dolomitique. Il convient donc que nous en disions quelques mots. Le massif dolomitique auquel le village de Jatar est adossé est criblé de nombreux pertuis communiquant avec des canaux souterrains dans lesquels, au moment des pluies, s'infiltrent les eaux superficielles. L'un de ces pertuis, dont la section est d'environ 1^{mq}, sert actuellement d'issue à un courant d'air assez rapide dont la température dépasse de quelques degrés la température ambiante et qui est saturé d'humidité. Il paraît que, au moment du tremblement de terre, ce pertuis a pendant quelques jours émis une colonne de vapeur d'eau assez chaude pour flétrir les feuilles des plantes poussant sur ses bords, mais cependant telle que l'on y pouvait tenir la main sans inconvénient. Ce fait nous semble démontrer simplement que, par l'effet des dislocations produites par le tremblement de terre, le pertuis en question s'est trouvé momentanément en communication directe avec des eaux profondes dont la température était notablement élevée au-dessus de la température ambiante, alors voisine de zéro. Il n'y a donc là rien qui ressemble à un phénomène volcanique.

» Même opinion peut être émise pour les sources thermales qui ont apparu ou qui ont subi un accroissement de volume ou de température. Les tremblements de terre, en ébranlant le sol, y produisent nécessairement des dislocations qui changent, pendant plus ou moins longtemps, le régime des eaux, ouvrent des crevasses profondes ou élargissent des fractures anciennes.

» L'influence des variations de la pression barométrique, comme cause déterminante du tremblement de terre, n'a pas été sensible ; la dépression barométrique, qui a passé à ce moment sur l'Andalousie, a suivi sa marche régulière et n'a d'ailleurs été que de quelques millimètres.

» Il ne faut pas davantage considérer le tremblement de terre comme ayant été la cause du climat exceptionnellement rigoureux dont l'Andalousie a eu à souffrir dans le courant du mois de janvier dernier. En effet, la baisse barométrique considérable qui a amené les pluies et les neiges du mois de janvier s'est manifestée tout d'abord dans l'Atlantique à une grande distance de l'Espagne et a progressé de l'ouest à l'est, suivant les lois ordinaires. Son point de départ n'a donc pas été en Andalousie. De plus, ainsi qu'il a été dit plus haut, aucun dégagement sensible de vapeur d'eau, émanant des profondeurs du sol, n'est venu contribuer localement à la saturation de l'air. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de la serrania de Ronda.* Rapport de MM. **Michel Lévy** et **J. Bergeron**, délégués de l'Académie.

« La serrania de Ronda occupe la partie occidentale de la région principalement ébranlée par le tremblement de terre du 25 décembre 1884. Les ondulations séismiques se sont propagées le long du pied méridional de cette contrée montagneuse avec une intensité d'autant plus remarquable que les ondulations paraissent avoir cessé brusquement dès qu'on pénètre dans la montagne.

» La constitution géologique du sol explique cette propagation facile dans la direction ouest-sud-ouest et tout à fait contrariée dans le sens perpendiculaire : la serrania de Ronda se relie d'ailleurs intimement, à ce point de vue, avec la région la plus fortement secouée et notamment avec la ierra Tejeda; les mêmes couches s'y prolongent en conservant des allures analogues. Nous allons les passer en revue sommairement, en nous appuyant sur nos propres observations et sur les remarquables travaux de MM. Macpherson, de Orueta et Gonzalo y Tarin.

» I. A la base apparaît une formation gneissique, en relation avec de nombreux filons de granulite tourmalinifère, dans laquelle le type acide alterne avec des amphibolites et des intercalations de dolomie blanche très cristalline à trémolite et minéraux métamorphiques; ces dolomies nous ont paru affecter la forme lenticulaire, et leur développement, parfois énorme, donne à la région un de ses aspects caractéristiques. Nous croyons avoir retrouvé là un représentant de l'étage du Monte Leone, dans la coupe classique du Simplon, étage qui se développe au sommet des gneiss et micaschistes de la Suisse.

» II. Puis viennent des schistes chloriteux et sériciteux, encore très cris-

tallins, dans lesquels les filons de granulite pénètrent, en se dépouillant de leurs feldspaths et en s'enrichissant en andalousite. Ces schistes se chargent parfois de nombreux minéraux accessoires, tels que grenat, tourmaline, andalousite, disthène, sillimanite, etc.

» III. Ils passent, par gradations insensibles, à des schistes argileux moins cristallins, toujours sériciteux et chloriteux, dans lesquels nous avons rencontré, sur la route de Marbella à Ojen, des conglomérats et, en plusieurs endroits, des intercalations de dolomie noirâtre. Cet étage nous paraît représenter, tout au moins à sa partie supérieure, les schistes de Saint-Lô. Tout récemment, les membres de la Commission de la Carte géologique espagnole y ont signalé, près de Chorro, des empreintes de *Nereites cambriensis*.

» Tout cet ensemble de terrain cristallophyllien est percé par des filons nord-est, de diabases et diorites (Benalmadena, route de Malaga à Colmenar), et par des filons et des dykes, parfois énormes, de lherzolite, passant à la serpentine. Nos observations ont mis hors de doute l'origine éruptive, dans la serrania de Ronda, de cette dernière roche, qui perce, tout au moins, le cambrien et se trouve en relation avec les mines de fer oxydulé de Marbella.

» IV. On passe brusquement ensuite à divers termes, souvent épars, représentant le trias et, peut-être, le permien supérieur, et qui montrent, de bas en haut, des grès et des marnes irisées accompagnées d'un cortège de gypse et de diabases à structure ophitique.

» V. Le jurassique inférieur paraît représenté, de bas en haut :

» *a*. Par des marnes grises avec intercalation de bancs calcaires et dolomitiques ;

» *b*. Par des calcaires blancs à fines oolithes.

» Le jurassique supérieur présente des marbres gris et roses esquilleux.

» VI. Au-dessus du tithonique se développe un puissant étage de marnes plissées et refoulées par les pressions latérales, que, dès 1876, M. de Orueta a rapporté au néocomien.

» VII. Dans le terrain nummulitique, on distingue une partie inférieure, composée d'alternances de marnes et de calcaires, et une partie supérieure, constituée par de puissants grès jaunes.

» VIII. Le miocène marin commence par des mollasses fossilifères et se termine par des conglomérats très puissants.

» IX. Enfin des marnes argileuses et sableuses, très coquillières, repré-

sentent le pliocène supérieur et peut-être le quaternaire (Biscornil de San Pedro, près de Marbella).

» L'agencement de ces différents terrains présente un contraste marqué, si l'on compare entre eux les deux versants de la serrania de Ronda. La crête principale est sensiblement dirigée nord-est. Sur le versant sud-est, les terrains cristallins dominent et présentent au moins trois plis anticlinaux, entre Marbella et la sierra Gialda. Le régime de ce versant comporte de grandes failles, dans lesquelles sont versés des lambeaux de trias et parfois de jurassique. Il existe une première discordance entre le trias et les terrains anciens.

» Tout au contraire, le versant nord-ouest est couvert par les plis de refoulement du jurassique et du crétacé. Sur cet ensemble, les bords du bassin nummulitique empiètent irrégulièrement, le terrain est souvent très plissé et redressé verticalement. Mais on le trouve en discordance complète avec le jurassique et même avec le néocomien. Aussi pénètre-t-il dans les cols les plus élevés. On le voit reposer indistinctement sur toutes les formations précédentes et constituer des îlots étagés, même sur les schistes anciens du versant méridional.

» Une troisième grande discordance se manifeste entre le nummulitique et le miocène marin de Ronda. Ce dernier terrain, qui se montre à des altitudes de 1200^{m}, est parfois faillé et même versé de 30° sur l'horizon; mais on n'y rencontre plus les plis de refoulement des terrains précédents. Il présente aussi des lambeaux étagés par gradins, sur le versant méridional (Alora); mais ses grands bassins s'étendent au pied septentrional des sierras jurassiques.

» La bande de pliocène et de quaternaire longe le rivage de la Méditerranée; elle a subi, elle aussi, des mouvements d'exhaussement. Ainsi le *Biscornil*, aux environs de San Pedro d'Alcantara, atteint des altitudes de 76^{m}, et le pliocène des environs de Malaga monte jusqu'à 105^{m}.

» En résumé, la serrania de Ronda a subi des mouvements énergiques, avec refoulements et pressions latérales jusque après le dépôt du nummulitique; puis la mer miocène a dû la recouvrir en majeure partie, et des soulèvements à allure plus lente ont ensuite commencé qui paraissent s'être continués jusqu'à la période quaternaire.

» La région qui sépare le versant méridional du septentrional est constituée par un ensemble de plis, presque verticaux, accompagnés de grandes failles.

» Le trias y apparaît seul en contact, au sud avec les schistes cambriens,

au nord avec les marnes néocomiennes. Le grand accident court nord-est, du col du Farro à Chorro et se trouve ainsi parallèle aux principaux plis et aux dykes de lherzolithe de la serrania. Mais, à partir de Chorro, vers l'est, cette zone de failles et de refoulement maximum s'infléchit dans la direction est-ouest et rejoint ainsi l'épicentre aux environs du col de Zafarraya.

» C'est parallèlement à cet accident et le long de la bande de terrains pliocènes et quaternaires du rivage que l'ondulation séismique s'est propagée au pied de la serrania de Ronda; les grandes masses de serpentine et de dolomie cristalline paraissent l'avoir guidée et comme amortie. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie (provinces de Grenade et de Malaga)*. Rapport de MM. **M. Bertrand** et **W. Kilian**, délégués de l'Académie.

« La chaîne bétique est bordée au nord par une zone plissée de terrains secondaires et tertiaires, qui se continue jusqu'à la vallée du Guadalquivir. La vallée du Genil limite à peu près au nord la partie de cette zone où se sont étendus les effets destructeurs des derniers tremblements de terre, et aussi celle à laquelle ont dû se borner nos études. Quelque restreinte qu'elle soit par rapport à l'ensemble de la chaîne, elle montre la série complète des terrains qui la composent et permet de préciser les traits principaux de son histoire [1].

» C'est sans doute à la fin de l'époque primaire que le grand affaissement encore marqué par la faille du Guadalquivir a ouvert définitivement à la mer une communication entre le plateau central de l'Espagne et le continent africain. Les efforts de compression latérale et de plissement, qui ont depuis lors cessé de se faire sentir sur les deux grands plateaux, ont de plus en plus accentué leurs effets dans l'axe de la dépression, où ils ont fait surgir la chaîne bétique et la chaîne de l'Atlas; et c'est à mesure que ces soulèvements venaient restreindre la communication qu'a commencé à s'individualiser l'histoire de la Méditerranée.

» Déjà, à l'époque du trias, une ligne tracée de Grenade au nord de Malaga, c'est-à-dire correspondant à peu près au bord septentrional actuel

---

[1] Nous n'avons encore entre les mains qu'une partie des fossiles recueillis. Ceux que nous citons ont été examinés au laboratoire de la Sorbonne par M. Munier-Chalmas, qui a bien voulu nous prêter son précieux concours pour leur détermination.

de la chaîne cristalline, marque la limite entre deux faciès distincts, celui des marnes irisées au nord [1], et celui de schistes satinés avec calcaires cristallins au sud. Les ophites sont spéciales à la région nord; au sud, les fossiles trouvés par M. Gonzalo y Tarin dans les calcaires de la sierra de Gador permettent de présumer le passage au type alpin ou pélagique du trias.

» A l'époque jurassique, la même ligne correspond à une modification importante dans les dépôts. A mesure qu'on s'en rapproche, du nord au sud, l'épaisseur diminue rapidement; les zones marneuses s'effacent et disparaissent, et tout l'étage n'est plus représenté à Malaga que par une masse homogène de calcaires compacts, avec quelques dolomies à la base. La coupe des Carpathes, en marchant du bord septentrional, de la région des *Klippen*, vers la plaine hongroise, montre un phénomène analogue.

» Là où il est mieux développé, le jurassique débute par des dolomies d'épaisseur très variable, atteignant 200^{m}; au-dessus d'elles, le lias moyen est représenté par des calcaires blancs, compacts ou oolithiques, avec polypiers, nérinées, encrines et brachiopodes : c'est le faciès corallien de la Sicile. Il est surmonté par des marnes et calcaires rouges à *Ammonites bifrons* et *A. Levisoni* (Ammonitico rosso), et par des marnes grises à *Am. radians*, *A. subplanatus*, *A. erbaensis*. On rencontre ensuite des calcaires marneux grisâtres à *Am. Murchisonæ* et des dalles avec *Am. Humpriesi* (?). Des calcaires bien lités, peu épais et peu fossilifères, marquent sans doute, avec quelques bancs dolomitiques, la place du dogger supérieur, et la série jurassique se termine par une grande masse de calcaires compacts blancs, où viennent s'intercaler au sud d'Antequera une série de couches marno-grumeleuses, avec ammonites oxfordiennes du groupe de l'*Ammonites plicatilis*.

» A la partie supérieure de ces calcaires, des bancs plus marneux avec sphérites calcaires et des dalles, souvent bréchoïdes, contiennent la faune à *Am. transitorius*. Quelques gisements, celui de Loja, et surtout celui de Cabra, plus au nord, sont particulièrement riches en fossiles bien conservés (*Am. ptychoicus*, *A. transitorius*, *A. privasensis*, *Pygope diphya*, etc.).

» Cette dernière zone est en plusieurs points surmontée en concordance par des calcaires marneux à *Ammonites astierianus*, *A. neocomiensis*, *A. Tethys*, *A. Mortilleti*, *A. Juilleti*, *Ancyloceras*, *Hamulines*; à ceux-ci succèdent

---

[1] Au sommet de l'étage, près de Gobantès, des bancs calcaires nous ont fourni quelques fossiles : *Terebratula*, sp., *Avicula*, sp., et *Myophoria vestita*, Alb.

des marnes rouges à *Aptychus* (*Apt. Mortilleti, A. angulicostatus*), et des calcaires à silex, qui sont encore néocomiens. Mais souvent aussi les marnes rouges reposent directement sur le tithonique ou sur le calcaire blanc, dont elles englobent même des fragments au sud de Loja et d'Antequera. Nous attribuons à des actions mécaniques postérieures et à des glissements des marnes sur les calcaires les apparences de discordance, qui ne sont pas rares, entre les deux étages; mais il semble difficile de ne pas admettre des lacunes, au moins locales, d'autant plus qu'au nord nous avons trouvé le néocomien reposant directement sur les marnes irisées.

» La ligne déjà signalée limite à peu près vers le sud l'extension des dépôts crétacés. Mais son importance s'accentue, par suite du premier plissement, qui sépare le crétacé du tertiaire, et qui a fait surgir la chaîne actuelle avec ses traits principaux. La mer nummulitique a contourné cette chaîne sans la recouvrir; c'est ce que prouvent la discordance complète des dépôts nummulitiques avec les étages plus anciens, les nombreux phénomènes de rivage et le faciès très différent des affleurements de la côte, où manque notamment tout l'étage inférieur, qui, avec ses schistes gris et rouges, ses fucoïdes, ses intercalations de grès et de poudingues, rappelle les apparences du flysch.

» Un mouvement postérieur a plissé, à leur tour, les couches nummulitiques du versant nord. L'orientation et les allures de ces plis montrent une bien plus grande irrégularité que celle des chaînes secondaires qu'elles entourent, irrégularité due sans doute aux différences locales de résistance des couches déjà émergées et durcies.

» Les dépôts miocènes sont venus s'étendre transgressivement sur les séries précédentes. Les lambeaux de mollasse à *Ostrea crassissima, Pecten Zitteli, Clypeaster*, sp., qui ont été respectés par la dénudation, montrent que la communication de l'Océan et de la Méditerranée, comme l'a depuis longtemps indiqué M. de Verneuil, se faisait alors par la vallée du Guadalquivir. Le long de la côte, on ne trouve pas de dépôts de même âge.

» La région subit, après l'époque de la mollasse, le mouvement d'émersion qui s'est fait sentir dans tout le sud-ouest de l'Europe. Des vallées profondes se creusent, que la mer vient ensuite réoccuper. Dans la haute vallée du Genil, des marnes bleues à *Nucula placentina, Dentalium Bouei* et *Caratotrochus* (voisin du *spinosissimus* de Tortone), sont déposées, comme les marnes bleues de Saint-Ariès, dans la vallée du Rhône, au pied d'escarpements mollassiques. Ces marnes, qui atteignent là l'altitude de 950^{m}, alternent avec des conglomérats qui se suivent à l'ouest jusqu'à Loja, avec

une nouvelle intercalation marine de calcaires à polypiers, et sont surmontés par des couches de gypse très puissantes, puis par des marnes à lignites et des calcaires lacustres. Le remplissage tertiaire de la vallée du Guadalquivir est analogue à celui des autres grandes vallées d'Espagne.

» Les marnes bleues de la vallée du Genil, dont l'étude ultérieure nous montrera si elles peuvent être rapportées à l'astien, se retrouvent le long de la côte presque au niveau de la mer. Là elles sont surmontées par une mollasse calcaire, nettement pliocène, avec *Venus umbonaria, Pecten Jacobæus, P. scabrellus, P. latissimus, Rhynchonella complanata,* dont les bancs présentent des inclinaisons de 25° et 30°. Les ondulations sont bien plus accentuées sur le versant nord; et au sud-ouest de Grenade, les couches de gypse atteignent même la verticale.

» Les puissants dépôts détritiques de la fin du tertiaire contrastent avec le faible développement des alluvions quaternaires. Ces dernières suivent à peu de hauteur le cours des rivières, ne forment pas de terrasses successives et n'ont pas été dérangées de leur position première. On est en droit d'en conclure qu'il n'y a eu depuis l'époque quaternaire ni accentuation des plissements ni oscillations répétées du sol. Un mouvement général d'exhaussement suffit pour expliquer les traces de plages quaternaires soulevées reconnues sur la côte. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de la sierra Nevada, des Alpujarras et de la sierra de Almijara.* Rapport de MM. Ch. Barrois et Alb. Offret, délégués de l'Académie.

« La sierra Nevada est un massif montagneux qui présente des caractères tout spéciaux : sa base ne dépasse pas 80^{km} de longueur de l'est à l'ouest, sur 40^{km} de largeur du nord au sud; de là elle se dresse d'un seul jet jusqu'à une hauteur de plus de 3000^{m} (Mulhacen, 3481^{m}); elle se distingue ainsi de toutes les autres chaînes de montagnes de l'Europe par sa forme massive et par la pente considérable de ses flancs. Elle s'en distingue plus encore par sa structure géologique, qui est d'une uniformité sans égale : c'est un véritable monolithe de schiste.

» Le schiste qui constitue essentiellement la sierra Nevada, avec une épaisseur de plus de 1000^{m}, est plus ou moins micacé ou grossier, il alterne avec des schistes quartzeux et grenatifères; l'abondance des grenats est extrême; nous y avons trouvé en outre les minéraux suivants : clintonite encore indéterminée, andalousite, tourmaline, fer titané, rutile. Dans

cette épaisse masse schisteuse, on trouve interstratifiées en concordance des roches schisto-cristallines très intéressantes : quartzites, cipolins, dolomies, marbres épidotifères, schistes serpentineux, amphibolites, etc.; elles se montrent toujours associées sur le terrain, où elles constituent une assise spéciale, qui forme à notre sens le sommet de cette série. Adoptant cette assise de cipolins comme point de repère, et en s'aidant des recherches antérieures de MM. de Botella et Gonzalo y Tarin, on peut suivre trois faisceaux parallèles de ces roches à travers la sierra Nevada : ils sont orientés dans la direction du nord-est et nous donnent des notions sur la structure du massif. Nous considérons la sierra Nevada dans ses traits généraux comme due à un bombement anticlinal unique, mais compliqué, notamment sur ses bords, au nord-ouest et au sud-est, par de petits plis et des failles subordonnées.

» Tous ceux qui ont étudié avant nous la sierra Nevada, MM. Haussmann, von Drasche, de Botella, Gonzalo y Tarin, ont été de même frappés de la simplicité de l'ensemble, du peu d'inclinaison des couches, presque horizontales sur d'immenses espaces. Mais si, au lieu de regarder en masse les strates qui constituent la montagne, on les fixe de plus près, on reconnaît que ces couches, parallèles et presque horizontales dans leur ensemble, ont tous leurs feuillets puissamment plissés et ridés sur eux-mêmes; ces strates ont dû s'écouler, glisser les unes sur les autres. Cette curieuse structure est mise en relief par la composition de ces schistes, formés pour la plupart de rubans alternants de quartz pur et de substance schisteuse.

» Le ridement intime des schistes de la sierra Nevada ne pouvant être rapporté à un métamorphisme de dislocation, puisque ces schistes ne sont pas disloqués, nous ne lui trouvons pas de cause plus naturelle que dans l'introduction postérieure, dans l'injection mécanique des nappes de quartz interstratifiées. Ces schistes à nappes de quartz sont toujours associés à des gneiss à mica blanc (granulites feuilletées); il y a donc lieu d'attribuer cette disposition à des pénétrations postérieures au dépôt, plutôt que de voir, dans la superposition souvent remarquée des phyllades aux schistes cristallins avec gneiss, la preuve de deux dépôts différents, de deux étages successifs. Contrairement aux faits observés dans la serrania de Ronda, les filons de granulite massive coupant les couches sont très rares.

» *Les Alpujarras.* — On désigne sous le nom d'*Alpujarras* l'ensemble des contreforts méridionaux de la sierra Nevada; ils constituent une région de schistes et de calcaires, où de sauvages défilés livrent à la fois passage aux eaux et aux voyageurs, qui ne trouvent guère d'autre route que ces

rambias encombrées de cailloux roulés. Toutes les montagnes comprises au sud de la Nevada, entre les sierras de Gador et d'Almijara, ne forment pour le géologue qu'un même ensemble, diversement découpé, un même rempart, tantôt simple, tantôt multiple, percé de brèches profondes par les eaux de l'époque quaternaire.

» Les couches qui forment les Alpujarras nous ont présenté, d'une manière constante, l'ordre de superposition suivant, de haut en bas :

» D. Dolomies massives ou caverneuses, blanc grisâtre ou bleuâtre;

» C. Calcaire bleu, bien stratifié, fossilifère;

» B. Schistes satinés, avec lits minces de grès, de calcaire, de dolomie jaune avec sidérose, cargneules, gypses;

» A. Schistes satinés bariolés, verts ou violacés, formant, par altération, de fines argiles (*Launas*).

» Ces couches sont repliées un grand nombre de fois sur elles-mêmes, en plis synclinaux et anticlinaux parallèles, dirigés à environ 70° dans la partie orientale, et à 110° dans la partie occidentale de la chaîne des Alpujarras. Généralement, ces plis sont cassés suivant leur axe, et des témoins de schistes cristallins, identiques à ceux de la sierra Nevada, sont ainsi ramenés au jour; ces lambeaux anciens sont plus étendus et plus nombreux qu'on ne l'a indiqué jusqu'ici.

» L'âge des schistes satinés et des calcaires des Alpujarras est difficile à fixer; M. de Verneuil les rapportait avec doute au trias. Un grand nombre de savants se sont prononcés à ce sujet, et ces couches ont été successivement attribuées à tous les terrains paléozoïques, du silurien au triasique. La découverte récente de fossiles triasiques, faite par M. Gonzalo y Tarin, est venue fixer cette question et confirmer ainsi la détermination de M. de Verneuil. Les calcaires (B. C.), dont M. Gonzalo y Tarin a fait connaître la faune, appartiennent donc bien au trias, mais l'âge des couches supérieure et inférieure (D. A.), reste encore indéterminé. Nous penchons à rattacher les dolomies supérieures au terrain jurassique, qui serait modifié, dolomitisé, sur cette partie de la côte; nous laisserions, au contraire, dans le trias les schistes satinés. Leur association intime et leur concordance constante avec les calcaires en lits minces empêchent de les rattacher naturellement à un autre étage; toutefois, la présence dans ces schistes de filonnets de quartz avec feldspaths et belles chlorites leur imprime un caractère lithologique qui n'est pas habituel au trias.

» La présence de bancs de gypse, les alternances répétées de couches inégalement résistantes, et peut-être la moindre abondance du ciment

quartzeux, sont des raisons qui expliquent pourquoi les strates des Alpujarras sont plus redressées et disloquées que celles de la sierra Nevada, sur lesquelles elles reposent.

» *Sierra Almijara.* — La sierra Almijara est le prolongement vers l'ouest des Alpujarras, par les sierras de Lujar et des Guajaras, elle se continue d'autre part dans la sierra Tejeda. Cette chaîne montagneuse, qui forme la limite des provinces de Grenade et de Malaga, diffère beaucoup des précédentes : des forêts de pins ont remplacé la végétation tropicale; leurs masses sombres ne sont interrompues que par les profondes coupures ouvertes par les eaux dans des roches calcareuses d'un blanc éblouissant.

» La sierra Almijara est essentiellement un massif de dolomies blanches.

» D'après nos observations on pourrait établir des divisions dans cette masse dolomitique; elle ne constitue pas pour nous un ensemble homogène, mais comprend au contraire un faisceau de calcaires d'âges différents, également transformés par dolomitisation. Les trois termes ou types principaux de ce massif seraient :

» 1° Dolomie de Jayena;

» 2° Dolomie de Frigilliana;

» 3° Dolomie de Lentegi.

» La dolomie de Jayena forme les pentes au sud de Jayena et de Jatar, elle affleure au sud de Canillas de Aceituno, etc.. Ses lits épais de 1^m à 50^m alternent avec des bancs de cipolin, de marbre à épidote, à trémolite, des cornes, des quartzites, des schistes micacés et des gneiss à mica blanc. Ils rappellent tout à fait l'aspect des bancs calcaro-dolomitiques de la sierra Nevada, auxquels nous les assimilons. Ils sont de même intimement liés à un important système de schistes cristallins, écailleux, riches en silicates divers cristallisés; les schistes avec biotite, andalousite, disthène, sillimanite, forment de grandes étendues vers Torrox et Velez-Malaga. Les calcaires sont cantonnés vers le sommet de l'étage, ils montrent souvent à leur voisinage des couches conglomérées schisteuses, recouvertes à leur tour par des quartzites micacés avec formes organiques obscures. A part ces quartzites, sans doute siluriens, nous laissons toutes ces roches dans le grand système cambrien.

» La dolomie de Frigilliana constitue un étage puissant, observé à Nerja, Frigilliana, Sedella : il se distingue de l'étage précédent par son homogénéité et présente des caractères lithologiques constants sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Cette dolomie, blanche ou grise, compacte ou sableuse, présente peu de variétés et est pauvre en minéraux cristal-

lisés; la trémolite parfois y est développée. Elle paraît reposer dans la sierra, entre Jatar et Canillas de Albaida, sur un étage de micaschistes avec lits intercalés d'amphibolite, schistes chloriteux, gneiss à mica blanc, qui présente la composition du terrain primitif. La ressemblance de cette dolomie avec celle de la serrania de Ronda, dont la position dans le terrain primitif est fixée, nous a décidé à la rapporter à ce terrain.

» La dolomie de Lentegi ne se distingue guère à l'œil de la précédente; c'est une roche blanche ou grise, compacte ou sableuse, où nous n'avons pu reconnaître de divisions stratigraphiques. Son âge est toutefois plus récent que celui des dolomies précédentes; elle repose en concordance près de Lentegi sur le calcaire bleu triasique; elle nous a montré, en outre, de nombreux lits de fossiles, en place dans de profonds barrancos, près du col du chemin d'Almunecar à Grenade. Ces fossiles sont en très mauvais état, et ne montrent que leurs coupes dans la roche; le très grand nombre des sections examinées nous permet d'affirmer que ce sont des lamellibranches, et nous les rapportons à la famille des Chamidæ. La dolomie de Lentegi est donc incontestablement plus récente que les précédentes; nous l'assimilons aux dolomies des sierras de Lucar et de Gador, supérieures au trias, et, par conséquent, probablement jurassiques.

» Les diverses coupes que nous avons relevées à travers la sierra Almijara nous ont montré que les couches y présentent une direction commune est-sud-est, avec pendage variable nord-nord-est à sud-sud-ouest; toutes ont donc dû être soumises ensemble au moins à un grand ridement du sol. Comme, de plus, les diverses coupes menées parallèlement ne sont pas comparables terme à terme, on doit faire intervenir, pour expliquer ce fait, ainsi que les superpositions anormales de cette région, une série de failles parallèles, étagées, alignées suivant la direction des couches. Cette chaîne de l'Almijara, si secouée par le tremblement de terre, a donc une composition et une structure bien différentes, plus complexes et plus fracturées que celles des montagnes voisines. »

M. le **Président** remercie M. Fouqué et ses collaborateurs d'avoir si bien rempli la mission qui leur avait été confiée par l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Th. Schlœsing* intitulé : « Contribution à l'étude de la Chimie agricole ». Cet Ouvrage fait partie du t. X de l'Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. Fremy.

2° La seconde édition du « Traité de Géologie » de M. *A. de Lapparent*, Ire Partie. Cet Ouvrage est renvoyé à l'examen de la Commission du prix Delesse.

3° Un Ouvrage portant pour titre : « Documents sur les falsifications des matières alimentaires et sur les travaux du Laboratoire municipal ». IIe Rapport. (Présenté par M. Berthelot au nom de M. *Ch. Girard*.)

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps grave, de révolution, suspendu par un point de son axe.* Note de M. **Halphen**.

« Un Mémoire, que Jacobi a laissé inachevé, contient l'énoncé suivant : *La rotation d'un corps grave de révolution, autour d'un point de son axe, peut être remplacée par le mouvement relatif de deux corps sur lesquels n'agit aucune force accélératrice.* Ce précieux fragment [1] indique le procédé de démonstration, mais laisse le lecteur si loin du but, qu'il semble utile de le compléter. C'est ce que je me propose de faire ici.

» Tout d'abord il est indispensable de généraliser la notion du mouvement d'un corps qui tourne autour de son centre de gravité, sans être sollicité par aucune force. Ce mouvement, on le sait, est celui de l'ellipsoïde central d'inertie (E) qui, fixé en son centre, roule sur un plan invariable avec une vitesse de rotation proportionnelle au rayon vecteur qui va du centre au point de contact. Rien n'empêche d'employer cette définition, purement cinématique, pour le cas où (E) ne serait pas un ellipsoïde d'inertie, pour le cas même où ce serait une quelconque des surfaces à centre du second degré. C'est donc ainsi que nous entendrons ce mouve-

[1] *C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke*, t. II, p. 480 (édition nouvelle).

ment E, qui sera caractérisé par les rapports de cinq quantités, a, b, c demi-axes de (E), h distance du centre au plan fixe, n rapport constant du rayon vecteur à la vitesse de rotation.

» Pour la comparaison de deux mouvements analogues, il faut faire quelques conventions. Je supposerai toujours b^2 compris entre a^2 et c^2, h^2 entre a^2 et b^2. On considérera deux systèmes d'axes rectangulaires fixes, l'un dans l'espace, l'autre dans le corps. Ce dernier se compose naturellement des axes de figure, mais il faut y préciser les sens positifs. Pour ce but, prenons (E) dans la position *initiale*, où l'axe moyen b est parallèle au plan fixe; choisissons le plan des coordonnées fixes xz, perpendiculaire à b, l'axe z perpendiculaire, l'axe x parallèle au plan fixe. Les axes a, c sont dans le plan xz. Nous fixerons les sens positifs par la condition que les trois quantités $n(a^2-h^2)\cos(az)$, $\cos(cz)$ et $\cos(ax)$ aient des signes choisis, une fois pour toutes, les mêmes dans tous les cas, que les axes y et b aient pour sens positif commun la position où serait amené x par une rotation de 90° autour de z dans le sens choisi pour positif. La rotation instantanée sera dirigée, de manière à donner une composante positive sur l'axe z, et l'origine du temps sera prise dans cette position initiale.

» Nous avons ainsi une définition précise du mouvement E, défini par a, b, c, h, n; c'est celui des trois axes a, b, c mobiles par rapport à trois axes fixes x, y, z; et aussi du mouvement inverse E′, celui de x, y, z, supposés mobiles, par rapport à a, b, c, supposés fixes.

» Le théorème de Jacobi, énoncé d'une manière défectueuse dans le fragment cité, consiste en ceci : *Deux mouvements* E, E_1 *étant convenablement choisis, on suppose que le corps* (E) *entraîne le corps* (E_1), *les axes* a_1, b_1, c_1 *coïncidant respectivement avec* a, b, c; *par rapport à* x, y, z, *ces derniers exécutent le mouvement* E, *et, par rapport à* a_1, b_1, c_1, *les axes* x_1, y_1, z_1 *sont animés du mouvement* E'_1; *de plus, les origines du temps coïncident pour les deux mouvements. Le mouvement résultant pour* x_1, y_1, z_1 *est celui d'un corps grave, suspendu à l'origine des axes, de révolution autour de* z_1; *et l'axe* z *est dirigé suivant la verticale.*

» Les deux mouvements E, E_1 dépendent ensemble de huit constantes, tandis que le mouvement M d'un corps grave dépend seulement de cinq constantes. Il y a donc, entre les éléments de E, E_1, trois relations. On doit répondre aux questions suivantes : 1° quelles sont ces trois relations? 2° étant donnés E, E_1, déterminer les constantes de M; 3° étant donné M, trouver E, E_1.

» 1° Pour abréger, posons

$$a^2(b^2+c^2) - b^2c^2 = \alpha, \quad b^2(c^2+a^2) - c^2a^2 = \beta, \quad c^2(a^2+b^2) - a^2b^2 = \gamma,$$
$$\Omega = \pm\sqrt{a^2b^2 + b^2c^2 + c^2a^2 - 4a^2b^2c^2(a^2+b^2+c^2-h^2)},$$

» Voici les trois relations entre E, E_1 :

$$\frac{h_1^2 - a_1^2}{\alpha^2(h^2-a^2)} = \frac{h_1^2 - b_1^2}{\beta^2(h^2-b^2)} = \frac{h_1^2 - c_1^2}{\gamma^2(h^2-c^2)} = \frac{n_1 h_1}{nh}\,\frac{\Omega}{\alpha\beta\gamma}.$$

» Pour répondre aux deux autres questions, il faut dire quelles sont les constantes du mouvement d'un corps grave de révolution. Elles figurent toutes dans le polynôme

$$F(\xi) = \frac{1}{B}(1-\xi^2)(2f - Ar^2 - 2G\xi) - (\delta + Ar\xi)^2,$$

dont voici le rôle. L'angle θ, compris entre la verticale dirigée de bas en haut et l'axe du corps dirigé du point fixe vers le centre de gravité, satisfait [1] à l'équation

$$\left(\frac{d\cos\theta}{dt}\right)^2 = F(\cos\theta).$$

» Les lettres A, B représentent les moments d'inertie autour de l'axe de révolution et d'un axe perpendiculaire passant par le point fixe; G la distance de ce point au centre de gravité, multipliée par le poids; f, δ, r des constantes de grandeur quelconque; la dernière est la vitesse de rotation autour de l'axe du corps. L'homogénéité réduit ces quantités à cinq seulement, que je choisis ainsi :

$$p = \frac{G}{B}, \quad q = \frac{2f - Ar^2}{2B}, \quad r, \quad y = \frac{Ar}{B}, \quad x = \frac{\delta}{B}.$$

» Elles sont soumises à une seule restriction $2B > A$.

» 2° Voici ces constantes exprimées par celles de E, E_1

$$x = \frac{2h}{n}, \quad y = 2\frac{2a^2b^2c^2 - (a^2b^2 + b^2c^2 + c^2a^2)h^2}{nh\Omega}, \quad r = \frac{h_1}{n_1} + \frac{1}{2}y,$$
$$q = \frac{h^4 - (h^2-a^2)(h^2-b^2) - (h^2-b^2)(h^2-c^2) - (h^2-c^2)(h^2-a^2)}{n^2h^2}$$
$$- 8\frac{a^2b^2c^2(h^2-a^2)(h^2-b^2)(h^2-c^2)}{n^2h^2\Omega^2},$$
$$px + qy = -4\frac{\alpha\beta\gamma(h^2-a^2)(h^2-b^2)(h^2-c^2)}{n^3h^3\Omega^3};$$

---

(1) LAGRANGE, *Mécanique analytique*, t. II, p. 233 (édition de M. J. Bertrand).

et l'on trouve, pour seule restriction,

$$n_1 h_1 y > 0.$$

» 3° Voici les constantes de E, E_1, exprimées par celles de M,

$$\frac{h}{n} = \frac{1}{2}x, \quad \frac{h_1}{n_1} = r - \frac{1}{2}y;$$

soient $X > X'' > X'$ et $X_1 > X''_1 > X'_1$ les racines toujours réelles des équations

$$F\left(\frac{2X+q}{p} + \frac{y^2 - x^2}{2p}\right) = 0, \quad F\left(\frac{2X_1+q}{p}\right) = 0,$$

formées avec le polynôme F ci-dessus; on aura

$$X(h^2 - a^2) = X'(h^2 - b^2) = X''(h^2 - c^2) = \frac{nh}{4}\left[\frac{x(x^2 - y^2)}{2} - py - qx\right],$$

$$X_1(h_1^2 - a_1^2) = X'_1(h_1^2 - b_1^2) = X''_1(h_1^2 - c_1^2) = -\frac{n_1 h_1}{4}(qy + px).$$

» Deux cas particuliers méritent une mention spéciale; dans l'un et l'autre, l'axe du corps passe périodiquement sur la verticale, le centre de gravité *au-dessous* du point de suspension dans l'un de ces cas, caractérisé par $x = y$, *au-dessus* dans l'autre, caractérisé par $x = -y$. L'un des axes de (E) est alors nul. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Une masse fluide homogène dont toutes les molécules s'attirent d'après la loi de Newton, et qui est animée d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe, est susceptible d'une infinité de figures d'équilibre. Les seules qui aient été signalées jusqu'ici sont l'ellipsoïde de révolution, l'ellipsoïde de Jacobi et les figures annulaires de MM. Tait et Thomson, que j'ai étudiées en détail dans une Note récente, insérée au *Bulletin astronomique*. Mais le problème admet une infinité d'autres solutions.

» Je considérerai des séries linéaires de figures d'équilibre, c'est-à-dire des séries telles, qu'à chaque valeur de la vitesse de rotation corresponde une figure, et une seule, ou un nombre fini de figures, et que ces figures d'équilibre varient d'une façon continue quand on fait varier cette vitesse. Ainsi les ellipsoïdes de révolution forment une série linéaire, les ellipsoïdes

de Jacobi en forment une autre. Il peut arriver qu'une même figure appartienne à la fois à deux séries linéaires. Ainsi il y a un ellipsoïde de révolution qui est en même temps un ellipsoïde de Jacobi.

» Je me suis alors proposé de rechercher s'il existe des séries linéaires de figures d'équilibre parmi lesquelles il y en ait une qui se réduise à un ellipsoïde. On arrive aisément au résultat suivant : Soient ρ, $\sqrt{\rho^2 - b^2}$, $\sqrt{\rho^2 - c^2}$ les trois axes de l'ellipsoïde, et soit R une fonction de Lamé quelconque. On devra avoir

$$(1)\quad R^2\int_\rho^\infty \frac{d\rho}{R^2\sqrt{(\rho^2-b^2)(\rho^2-c^2)}} = (\rho^2 - c^2)\int_\rho^\infty \frac{d\rho}{(\rho^2-c^2)\sqrt{(\rho^2-b^2)(\rho^2-c^2)}}.$$

» Réciproquement, on arrive à démontrer que, si, pour une des fonctions de Lamé, les axes d'un ellipsoïde de révolution ou d'un ellipsoïde de Jacobi satisfont à l'équation (1), cet ellipsoïde appartiendra non seulement à la série des ellipsoïdes d'équilibre, mais encore à une autre série linéaire de figures d'équilibre non ellipsoïdales.

» J'ai discuté les équations (1) dans le cas des ellipsoïdes de révolution aplatis. Posons

$$b = 0,\quad c = 1,\quad \rho = \sqrt{k^2+1},$$
$$R = (k^2+1)^{\frac{i}{2}}\frac{d^{i+n}(k^2+1)^n}{dk^{i+n}}\qquad (i = 0, 1, 2, \ldots, n).$$

Nous n'aurons à considérer que les valeurs de n au moins égales à 2. Nous trouverons que l'équation (1) n'a pas de racine quand $i+n$ est impair et en a une, et une seule, quand $i+n$ est pair. Ainsi à tout système de nombres entiers i et n, tels que

$$n > 2,\quad i \leq n,\quad i \geq 0\quad [i \equiv n \pmod 2]$$

correspond une série linéaire de figures d'équilibre. Il faut faire exception pour le cas de $i = 0$, $n = 2$; la racine de l'équation (1) correspondante ne donne pas de série nouvelle de figures d'équilibre. Elle correspond à l'ellipsoïde de révolution dont la vitesse de rotation est maximum. Dans le cas de $i = n = 2$, on retrouve les ellipsoïdes de Jacobi.

» Si $i = 0$, les figures d'équilibre correspondantes seront de révolution. Elles ne le seront pas dans le cas contraire.

» Le même procédé peut servir pour déterminer les conditions de stabilité de l'ellipsoïde de révolution. MM. Tait et Thomson ont annoncé que les ellipsoïdes de révolution que l'on rencontre, en partant de la sphère et

en allant jusqu'à celui qui est en même temps un ellipsoïde de Jacobi, sont tous stables, et que les autres sont séculairement instables.

» Pour établir ce résultat, il suffit de montrer que, parmi toutes les équations (1), celle qui a la plus grande racine est celle qui correspond au cas de $i = n = 2$, ou bien encore que tous les rapports

$$\frac{R}{k^2+1} \qquad [i \equiv n \pmod 2)]$$

vont constamment en croissant quand k croît de zéro à l'infini. Or cela est aisé à vérifier.

» Il est possible que les séries linéaires de figures d'équilibre que j'ai signalées plus haut contiennent des figures stables; mais il est certain au moins que celles de ces figures qui diffèrent peu de l'ellipsoïde, et qui sont les seules que nous connaissions un peu, sont toutes séculairement instables (à l'exception, bien entendu, des ellipsoïdes de Jacobi).

» Il y aurait intérêt à répéter, pour les ellipsoïdes de Jacobi, la discussion que je viens de faire pour les ellipsoïdes de révolution, d'autant plus que, parmi les figures d'équilibre que l'on découvrirait ainsi, il y en a qui sont stables. C'est ce que je chercherai à faire dans une Communication ultérieure, si l'Académie veut bien le permettre. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Applications de la formule empirique des forces mutuelles à la mécanique des solides et aux propriétés générales des corps.* Note de M. P. Berthot, présentée par M. Tresca.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie, le 30 juin 1884, Note dont M. de Saint-Venant a bien voulu s'occuper, nous avons proposé une formule empirique, relative aux forces mutuelles. Nous ne considérions alors que des files de molécules; depuis, nous avons étendu l'application de cette formule aux corps solides.

» Soit une file de molécules m équidistantes et placées sur une droite parallèle à OY, à une distance x de cet axe. Cherchons l'action de toutes ces molécules, suivant la direction OX, sur une molécule M placée à l'origine des coordonnées. Une molécule quelconque de la file, placée à une distance r de M, aurait pour action, d'après la formule précitée, $f_x = \text{KM}m\frac{d-r}{r^3}\frac{x}{r}$; mais $r = \frac{x}{\cos\alpha}$, d'où $f_x = \text{KM}m\left(\frac{d}{x^3}\cos^4\alpha - \frac{1}{x^2}\cos^3\alpha\right)$; notre but étant de considérer des files de molécules qui en contiennent le même nombre par

unité de longueur, quelle que soit la valeur de x, nous aurons pour l'expression Δy_1, comptée sur la tangente d'une circonférence ayant l'unité pour rayon, et en appelant Δy la distance réelle des molécules : $\Delta y_1 = \frac{\Delta y}{x}$. Ce sera cette valeur qui devra servir à calculer la variation de α et à intégrer les termes en $\cos^4\alpha$ et $\cos^3\alpha$. x est constant pour la file considérée et, en passant à la limite, on aura $\partial y_1 = \frac{\partial\alpha}{\cos^2\alpha}$, d'où

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \cos^4\alpha\,\partial y_1 = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos^2\alpha\,\partial\alpha = \frac{\pi}{2} \quad \text{et} \quad \int_{-\infty}^{+\infty} \cos^3\alpha\,\partial y_1 = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos\alpha\,\partial\alpha = 2.$$

Nous aurons pour l'action totale de la file de molécules sur la molécule M, suivant la direction OX, $F_x = \mathrm{KM}m\left(\frac{\pi}{2}\frac{d}{x^3} - \frac{2}{x^2}\right) = \frac{2\mathrm{KM}m}{x^3}\left(\frac{\pi d}{4} - x\right)$.

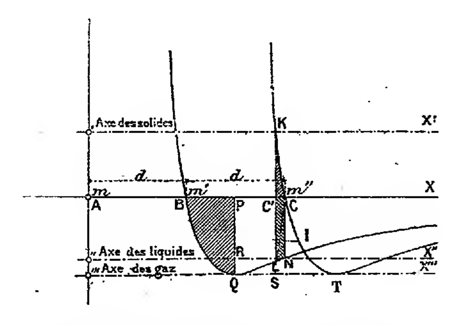
» Si maintenant nous considérons, dans l'espace, un plan parallèle au plan ZOY, sur lequel serait placée une série de files équidistantes, parallèles à OZ, files composées de molécules également équidistantes, et, si nous cherchons la projection sur OX de l'action des molécules contenues dans ce plan sur une molécule M placée à l'origine des coordonnées, nous pourrons, d'après la formule ci-dessus, remplacer toutes ces files de molécules par des molécules équidistantes, appartenant à la trace du plan considéré sur le plan XOY. Il est évident qu'en appliquant un calcul identique au calcul précédent, on obtiendra pour l'action totale du plan dans la direction OX, $F_{Px} = \mathrm{KM}m\left(\frac{\pi^2}{4}\frac{d}{x^3} - \frac{4}{x^2}\right) = 4\frac{\mathrm{KM}m}{x^3}\left(\frac{\pi^2}{16}d - x\right)$. On pourra donc remplacer l'action totale d'une série de plans parallèles au premier (soit celle d'un solide) par celle d'une file OX de molécules également équidistantes.

» Pour effectuer le calcul dans le cas de files composées de masses inégales, il suffit de remarquer qu'on ne peut annuler ni m, ni m' dans la formule générale $\mathrm{K}mm'\frac{d-x}{x^3}$ sans annuler la fonction elle-même. Celle-ci définit donc les corps par le produit de deux masses, et par la représentation des forces attractives et répulsives qui s'exercent entre elles; par conséquent, toute file de molécules d'un corps ayant des dimensions déterminées devra contenir un nombre *pair* de ces masses élémentaires; si ces dernières sont alternées et si la file commence par une masse m, elle se terminera nécessairement par une masse m'. On calculera l'action de ces masses sur une masse M, placée à l'origine des coordonnées, l'axe OX étant

perpendiculaire sur le milieu de la file, en faisant la somme des actions de deux files, l'une composée de masses m, placées à une distance Δy, l'autre de masses $m'' = m' - m$, placées à une distance $2\Delta y$. On devra remarquer également que les masses m'' ne sont pas distribuées symétriquement par rapport à l'axe des x; leurs distances comptées sur $\pm$ OZ, étant successivement $(\frac{3}{2}, \frac{7}{2}, \frac{11}{2}, \ldots)\Delta y$, deviendront, sur $\mp$ OZ, $(\frac{1}{2}, \frac{5}{2}, \frac{9}{2}, \ldots)\Delta y$, et donneront ainsi une composante dirigée suivant cet axe, composante qui pourra être exprimée par la formule générale $\mathrm{KM}m''\frac{d - x'}{x'^3}$, x' ayant une valeur déterminée. Ce raisonnement s'appliquant aux files parallèles à OY, et par une simple décomposition de forces à des files obliques, nous pouvons déduire de ce qui précède la conclusion suivante : *L'action d'un corps quelconque, formé de files de molécules parallèles à trois plans donnés sur une molécule extérieure* M, *est la même que celle d'une file de molécules passant par* M *et perpendiculaire à l'un des plans. Elle donne, en outre, deux composantes, dirigées suivant des perpendiculaires aux autres plans.*

» Ces composantes peuvent s'annuler dans certains cas, et toutes ces actions peuvent être représentées par la formule empirique $\mathrm{KM}(m)\frac{d - x}{x^3}$ que nous allons chercher à vérifier, en comparant ses déductions à celles des formules résultant de l'expérience.

» Si l'on se reporte à la figure que nous reproduisons ici, on voit que les changements d'état se réduisent à un changement d'origine des ordonnées, qui sont elles-mêmes modifiées par les forces extérieures. Ces considéra-



tions permettent de *lire* sur cette même figure les conséquences suivantes et de les joindre à celles que nous avons déjà indiquées :

» 1° Le maximum d'attraction qui a lieu en dehors des corps (*Comptes rendus*) diminue la cohésion des molécules superficielles; par conséquent, une force suffisante, mais inférieure à celle qui produirait la rupture, fera

glisser et prendre un nouvel état d'équilibre à ces molécules. Les corps ont donc une limite d'élasticité permanente. Si l'action est prolongée, toutes les molécules pourront successivement subir ce déplacement et nous serons en présence du phénomène étudié par M. Tresca sous le nom d'*écoulement des solides*. 2° Chaque molécule ne subissant d'action répulsive que de ses voisines immédiates, si, par un artifice quelconque, on enlève une molécule extérieure à la surface d'un corps solide, le travail latent de solidification sera mis en liberté et, comme il ne peut s'anéantir, il se traduira par un dégagement de chaleur ou d'électricité produisant ou capable de produire un travail équivalent. 3° Pour les liquides, le changement d'origine des ordonnées montre que leur cohésion ainsi que leur auréole attractive est très faible et que leur élasticité à la compression est comparable à celle des solides, quoique étant un peu plus grande. 4° On peut remarquer que, pour l'état liquide, les tangentes, en allant du point N au point I, sont de signe contraire à celui des tangentes de I en T. Il s'ensuit que, le signe négatif de ces dernières convenant aux dilatations, le signe positif des premières indiquera une contraction; par conséquent, toute première addition de chaleur, à partir du point de formation des liquides, produit une contraction, souvent très appréciable, comme dans le cas de l'eau et dans le cas des métaux qui flottent sur leur bain métallique. 5° Quand les molécules d'un liquide sont arrivées au point Q, on voit que le moindre développement de travail extérieur les fera passer à l'état gazeux, puisqu'au delà de ce point la force attractive diminue. Si l'espace est clos, les molécules gazeuses, en vertu de la loi de Mariotte, exerceront une pression qui maintiendra les molécules restées liquides au point Q et la gazéification s'arrêtera (loi de Dalton sur les vapeurs saturées).

» En résumé, la formule empirique que nous avons proposée et qui contient évidemment la loi de Newton, ainsi que les notions résultant de la définition de la force et du travail, se prête à l'explication des phénomènes de l'élasticité et des changements d'état. En poursuivant cette étude, on arrive également à y retrouver un grand nombre d'autres lois de la Physique générale et de la Chimie. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur deux nouveaux indicateurs pour doser alcalimétriquement les bases caustiques en présence des carbonates.* Note de MM. **R. Engel** et **J. Ville**, présentée par M. Friedel.

« M. Degener et M. Warder ont signalé le premier la phénacétoline, le second la phénolphtaléine comme réactifs indicateurs permettant le dosage

alcalimétrique des bases libres en présence des carbonates alcalins.

» Nous employons depuis un certain temps, dans le même but, deux autres réactifs dont l'un surtout indique la fin de l'opération avec beaucoup plus de précision et de netteté que les précédents.

» La première de ces matières colorantes est l'acide sulfindigotique. On prépare le réactif en neutralisant par du carbonate de calcium la solution ordinaire d'indigo dans l'acide sulfurique fumant, étendant de 10^{vol} d'eau et filtrant. Les carbonates alcalins n'altèrent pas la coloration bleue du liquide que la potasse et la soude caustique font au contraire virer au jaune. Pour titrer alcalimétriquement de la potasse caustique, par exemple, en présence de carbonate de potasse, on ajoute au mélange deux ou trois gouttes de réactif; la liqueur passe au jaune et redevient bleue aussitôt que la neutralisation de la potasse est complète et qu'il ne reste plus dans la solution que du carbonate de potasse. Une coloration verte précède la teinte franchement bleue; mais, en opérant sur fond blanc, il est facile d'observer que chaque goutte d'acide sulfurique titré détermine une tache bleue dans la partie du liquide qu'elle touche.

» On continue l'addition de l'acide titré jusqu'à ce que, la liqueur étant devenue uniformément bleue, on ne puisse plus percevoir cette différence de coloration.

» Le bleu soluble C.4.B. de Poirier en solution dans l'eau (au $\frac{2}{1000}$) constitue un réactif plus sensible encore. La solution reste bleue en présence des carbonates alcalins et rougit sous l'influence des bases caustiques. Si donc à un mélange de carbonate alcalin et de base caustique on ajoute une ou deux gouttes du réactif, on obtient une liqueur rose dans laquelle chaque goutte d'acide sulfurique titré détermine une coloration bleue qui disparaît, tant que toute la potasse caustique n'a pas été neutralisée. On s'arrête quand on est arrivé à une teinte franchement bleue, qu'annonce une nuance violette du liquide.

» A l'aide de ce réactif, le dosage des bases libres en présence de leurs carbonates s'effectue avec autant de rapidité et de précision qu'un dosage alcalimétrique ordinaire avec le tournesol ou l'orangé n° 3, comme réactif indicateur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la volatilité dans les nitriles oxygénés.* Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Friedel.

« Les nitriles oxygénés, renfermant le système terminal AzC – CO – ont des allures spéciales quant à la volatilité : leurs points d'ébullition sont notablement inférieurs à ceux qu'ils devraient présenter d'après leurs analogies de composition avec les composés correspondants renfermant exclusivement les chaînons –CAz ou –CO–.

» Le remplacement de H^2 par O dans un chaînon $-CH^3$ ou $-CH^2-$, de H^3 par Az dans un chaînon $-CH^3$, a pour conséquence une diminution considérable de volatilité et par là même une élévation proportionnelle dans le point d'ébullition.

» Or les rapports de volatilité déterminés par les substitutions sont profondément modifiés alors que celles-ci, au lieu de se produire dans une molécule hydrocarbonée intacte, affectent une molécule où l'une ou l'autre d'entre elles a été antérieurement réalisée.

» Cette influence qu'exerce le voisinage de l'oxygène et de l'azote sur la volatilité constitue un cas remarquable de la *solidarité fonctionnelle* dans les composés organiques. Voici, de ce fait général, quelques exemples pris dans les deux groupes principaux dans lesquels se rangent les nombreuses combinaisons du carbone :

A. — *Substitution de* Az *à* H^3. *Chaînon nitrile* –CAz.

	Ébullition	Différence.
	° °	°
$CH^3-CH^2-CH^3$	−17	+114 au moins.
CH^3-CH^2-CAz	97- 98	
$CH^3-CO-CH^3$	56	+ 37
$CH^3-CO-CAz$	93	
$CH^3-CH^2(OCH^3)$	11	+109
$CAz-CH^2(OCH^3)$	120	
$CH^3-CO(OCH^3)$	56	+ 44
$CAz-CO(OCH^3)$	100-101	
$CH^3-CH^2(OC^2H^5)$	35	+100
$CAz-CH^2(OC^2H^5)$	135	
$CH^3-CO(OC^2H^5)$	73	+ 42
$CAz-CO(OC^2H^5)$	115	
$C^6H^5-CH^2-CH^3$	134	+ 95
$C^6H^5-CH^2-CAz$	229	
$C^6H-CO^6-CH^3$	202	+ 6
$C^6H^5-CO-CAz$	208	

» Le voisinage d'un chaînon –CO– entraîne par conséquent une diminution considérable dans l'élévation que détermine, dans le point d'ébullition, le remplacement de H^3 par Az dans un chaînon terminal CH^3.

» L'introduction d'un chaînon nitrile –CAz dans une molécule organique, à la place de Cl, détermine une élévation dans le point d'ébullition du composé primitif; or cette élévation est beaucoup moins considérable alors que cette addition s'opère, à la place de Cl, dans un chaînon *chlorure acide* –COCl, que dans un chaînon éther chlorhydrique primaire –CH^2Cl. Voici quelques exemples de cette différence :

	Ébullition	Différence.
	°	°
CH^3–O–CH^2Cl	59	+61
CH^3–O–CH^2–CAz..........	120	
CH^3–O–COCl	71-72	+30
CH^3–O–CO–CAz...........	100-101	
CH^3–CH^2Cl	12	+85
CH^3–CH^2–CAz.............	97-98	
CH^3–COCl	52	+41
CH^3–CO–CAz..............	93	
C^6H^5–CH^2Cl................	176	+53
C^6H^5–CH^2–CAz............	229	
C^6H^5–COCl	198	+10
C^6H^5–CO–CAz..............	208	

B. — *Substitution de* O *à* H^2. *Chaînon* –CO– *acétone ou* –CO–O– *éther d'acide.*

	Ébullition	Différence.
	°	°
CH^3–CH^2–CH^3............	— 17	+73
CH^3–CO–CH^3.............	+ 56	
CH^3–CH^2–CAz............	+ 97-98	— 4-5
CH^3–CO–CAz.............	+ 93	
CH^3–CH^2(OCH^3)..........	— 23	+54-55
CH^3–CO(OCH^3),..........	+ 31-32	
CAz–CH^2(OCH^3)..........	+120	—20
CAz–CO(OCH^3)............	100-101	
CH^3–CH^2(OC^2H^5).........	+ 35	+38
CH^3–CO(OC^2H^5)	+ 73	
CAz–CH^2(OC^2H^5)..........	+135	—20
CAz–CO(OC^2H^5)...........	+115	
C^6H^5–CH^2–CH^3............	+134	+74
C^6H^5–CO–CH^3.............	+208	
C^6H^5–CH^2–CAz...........	229	—21
C^6H^5–CO–CAz............	208	

» Le remplacement de H^2 par O, au lieu de déterminer une élévation dans le point d'ébullition, détermine au contraire dans celui-ci un abaissement.

» C. — Cette influence volatilisante de la présence simultanée de l'oxygène et de l'azote dans une molécule carbonée ne s'exerce que lorsque ces éléments sont dans le plus étroit voisinage, fixés, comme dans les exemples cités plus haut, sur des atomes de carbone directement unis. L'éloignement que détermine entre ces radicaux O et Az l'introduction d'un seul chaînon $-CH^2-$ entre les chaînons actifs $-CAz$ et $-CO-$, suffit pour faire disparaître totalement cette influence; c'est ce qui résulte de la comparaison des points d'ébullition des nitriles oxygénés renfermant le système $CAz-CH^2-CO$.

	Ébullition	Différence.
$CH^3-CH^2-CH^2(OC^2H^5)$	63°-64°	+ 34°-35°
$CH^3-CH^2-CO(OC^2H^5)$	98-99	
$CAz-CH^2-CH^2(OC^2H^5)$	172	+ 35
$CAz-CH^2-CO(OC^2H^5)$	207	
$CH^3-CH^2-CH^2(OC^2H^5)$	63-64	+108
$CAz-CH^2-CO(OC^2H^5)$	172	
$CH^3-CH^2-CO(OC^2H^5)$	98-99	+108
$CAz-CH^2-CO(OC^2H^5)$	207	

» Lors de la transformation des composés C^2 en C^3, le remplacement de Cl dans un chaînon $-CH^2Cl$ par CAz, détermine la même élévation dans le point d'ébullition du composé primitif, soit qu'à côté du chaînon $-CH^2Cl$ celui-ci renferme un chaînon *éther simple* ou *éther d'acide*.

	Ébullition	Différence.
$ClCH^2-CH^2(OC^2H^5)$	107°	+ 65°
$CAz-CH^2-CH^2(OC^2H^5)$	172	
$ClCH^2-CO(OC^2H^5)$	143	+ 64
$CAz-CH^2-CO(OC^2H^5)$	207	

» J'aurai l'honneur de décrire dans une Communication spéciale, en même temps que d'autres composés analogues, les nitriles *méthyloxyacétique* $(CH^3O)CH^2-CAz$ et *éthyloxypropionique* $(C^2H^5O)CH^2-CH^2-CAz$, que j'ai été amené à préparer dans le cours de ces recherches. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation des alcaloïdes dans les maladies.* Note de M. VILLIERS, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai retiré, par la méthode de Stas, un alcaloïde des organes de deux enfants morts de broncho-pneumonie consécutive de la rougeole [1].

» Cet alcaloïde est liquide et volatil et possède une odeur piquante qui excite l'éternuement. Sa saveur est peu marquée, mais une goutte de sa solution placée sur la langue détermine bientôt une sensation caustique et un picotement qui dure assez longtemps.

» Il n'a pas de réaction sensible sur le tournesol, et les bicarbonates alcalins le mettent facilement en liberté. L'éther l'enlève assez facilement à ses solutions aqueuses.

» L'*iodure de mercure et de potassium* précipite en blanc ses solutions et celles de ses sels.

» L'*iodure de potassium ioduré* les précipite aussi, mais la réaction est un peu moins sensible que la précédente.

» L'*eau bromée* donne un précipité blanc jaunâtre. Cette réaction est très sensible et se produit dans les solutions très diluées que les deux réactifs précédents ne précipitent plus.

» Le *bichlorure de mercure* donne un précipité blanc.

» Le *chlorure d'or* forme un chloraurate blanc jaunâtre qui se forme lentement, et qui se dissout à chaud sans réduction.

» Tous ces précipités sont amorphes.

» Le *chlorure de platine*, le *bichromate de potasse*, le *tannin* et l'*acide picrique* ne donnent pas de précipité.

» Le *ferricyanure* n'est réduit que lentement.

» L'*acide sulfurique* le colore en brun rouge.

» Il forme un chlorhydrate très nettement cristallisé sous la forme de prismes blancs opaques non déliquescents.

» 2. Cet alcaloïde se trouve dans le poumon. On le trouve en proportion au moins aussi grande dans le foie, qui, du reste, subit généralement dans cette maladie la dégénérescence graisseuse. Cette dégénérescence était très

---

(1) Ces enfants étaient âgés l'un de trois ans, l'autre de dix-huit mois; ils avaient été traités seulement par le rhum, et aucun alcaloïde n'avait été administré pendant la maladie. Je remercie M. Cadet de Gassicourt de l'obligeance qu'il a mise à me faciliter ces recherches. L'autopsie a été faite vingt-quatre heures après la mort.

marquée dans les deux cas que j'ai étudiés. Le foie était aussi congestionné. Ces lésions peuvent être attribuées peut-être à l'action de l'alcaloïde absorbé par cet organe. Enfin la présence de l'alcaloïde peut être constatée nettement dans les reins ([1]).

» 3. Cet alcaloïde présente des différences fort sensibles avec celui que j'ai retiré des organes des cholériques (voir *Comptes rendus*, t. C, p. 91). Il en diffère par son odeur, sa saveur, sa faible alcalinité, les propriétés de son chlorhydrate et par quelques-unes de ses réactions; ses propriétés physiologiques et son mode de localisation sont aussi différents.

» Voilà donc deux alcaloïdes distincts formés pendant deux maladies, le choléra et la rougeole. Ces alcaloïdes sont-ils seulement des produits secondaires, qui s'éliminent à mesure qu'ils se produisent dans l'organisme, ou produisent-ils un empoisonnement véritable? De nouvelles recherches sont nécessaires pour décider entre ces deux hypothèses. Mais l'étude des lésions observées dans les organes des sujets morts de la rougeole ou plutôt de la broncho-pneumonie qui en est la terminaison me porte à adopter la seconde. Ces lésions, assez graves, il est vrai, dans le foie, dans lequel l'alcaloïde se localise, de sorte que, pour cet organe, elles peuvent être attribuées à l'action propre de ce dernier, sont, dans certains cas, assez légères dans le poumon, dont elles n'intéressent quelquefois qu'une faible partie et paraissent insuffisantes pour expliquer la mort.

» 4. J'ai retiré des organes (foie, poumons, reins) d'un enfant de deux ans, mort de diphtérie ([2]), un alcaloïde présentant les mêmes propriétés et les mêmes réactions que celui que j'ai retiré des organes des enfants morts de la rougeole. Je pense, jusqu'à nouvel ordre, que ces deux alcaloïdes sont identiques. Du reste, l'autopsie a montré que cet enfant était atteint de broncho-pneumonie. Le foie avait subi la dégénérescence graisseuse. L'alcaloïde se localise encore dans cet organe.

» Je donnerai prochainement les résultats relatifs à la fièvre typhoïde et à un certain nombre de maladies. »

([1]) Les petites quantités que j'ai obtenues m'empêchent de donner aujourd'hui ses propriétés physiologiques, dont je n'ai pu que commencer l'étude. Je les indiquerai ultérieurement.

([2]) Soumis pendant la maladie au même traitement que les précédents.

MÉTÉOROLOGIE. — *Du rôle des vents dans l'agriculture. Fertilité de la Limagne d'Auvergne.* Note de M. **Alluard.**

« *Presque constamment l'air est transparent à l'ouest et au sud-ouest du puy de Dôme et trouble à l'est et au nord-est.* — Lorsqu'on séjourne quelque temps au sommet du puy de Dôme, on y est souvent frappé par un phénomène curieux. Toute la Limagne et le Forez situés à l'est et au nord-est sont presque constamment comme dans un léger brouillard, tandis qu'à l'ouest et au sud l'air a une transparence parfaite, telle qu'on aperçoit avec une grande netteté non seulement la partie occidentale du département du Puy-de-Dôme, mais aussi les départements du Cantal, de la Corrèze et de la Creuse.

» *Ce phénomène est dû au transport des poussières volcaniques.* — Ce phénomène est très fréquent. Quelle en est la cause? Lorsqu'on jette les yeux sur une carte du centre de la France, on voit que la Limagne d'Auvergne est une grande vallée, limitée à l'ouest et au sud-ouest par les bords du plateau central, sur lequel, à une petite distance de Clermont, se trouve la chaîne des Dômes, un peu plus loin le massif du mont Dore, puis plus loin encore, presque dans la même direction, le massif du Cantal. Dans ces groupes de montagnes, et particulièrement dans la chaîne des Dômes, les cendres volcaniques sont répandues à profusion et occupent des espaces considérables. Placées sur le parcours des vents dominants de ces régions, vents d'ouest et de sud-ouest, elles sont transportées par eux à des distances très grandes. Ce sont elles qui troublent la transparence de l'air et qui vont apporter au loin des éléments fertilisants dans les contrées sur le sol desquelles elles s'abattent, comme nous le démontrerons plus loin.

» *Violence des vents à l'altitude de* 1500^m *dans le centre de la France.* — Les observations régulières faites depuis bientôt dix ans à la cime du puy de Dôme, à l'observatoire que j'y ai fondé, prouvent que dans le centre de la France, à une altitude de 1500^m environ, l'air est presque continuellement dans une grande agitation. Très fréquemment, la vitesse du vent y est de 10^m à 25^m par seconde : cela arrive souvent par un ciel sans nuage, quand tout fait présumer qu'il y a une immobilité complète dans l'atmosphère.

» Ces vents forts et presque constants balayent les pays de la chaîne des Dômes, les cîmes élevées du mont Dore et du Cantal, et transportent au loin les poussières volcaniques les plus ténues.

» *Effet de la pluie et de la neige.* — Les preuves qu'il en est ainsi ne manquent pas. Voici les principales :

» 1° La transparence de l'air est d'autant plus troublée que les vents d'ouest ou du sud-ouest sont plus forts;

» 2° Si une pluie survient et dure quelques heures, tout trouble disparaît à l'est, l'air y prend la même transparence que dans toutes les autres directions. La neige produit le même effet, avec plus d'efficacité en moins de temps; elle nettoie l'atmosphère mieux et plus vite.

» *Poussières volcaniques transportées par les ouragans sur la Limagne.* — Il faut ajouter à ces effets presque permanents d'autres effets accidentels, mais néanmoins considérables; il s'agit des poussières volcaniques transportées par les ouragans. Les bourrasques arrivent à Clermont le plus souvent du côté de l'ouest ou du sud-ouest, c'est-à-dire dans la direction des vents dominants. Leur durée varie de vingt-quatre à quarante-huit heures; quelquefois elle atteint trois jours. Ce que les vents violents arrachent aux sommets dénudés, aux flancs escarpés et sans végétation des montagnes d'origine volcanique et même aux plateaux élevés sur lesquels les volcans ont surgi, est énorme et presque incroyable.

» Le capitaine d'état-major Rozet, dans un Mémoire sur les volcans de l'Auvergne, présenté à l'Académie des Sciences le 3 avril 1843, dit :

« Voici ce que j'ai vu de mes yeux : le 17 mars 1841, vers 6^h du soir, un vent de sud-ouest très violent éleva dans les volcans du puy de Dôme de gros nuages d'une poussière noire qui, apportée dans un instant sur Clermont et la Limagne, y répandit pendant un quart d'heure une grande obscurité, et déposa sur les terrasses et le pavé des appartements restés ouverts, certainement aussi sur tout le sol, une couche de $0^m,001$ à $0^m,002$ d'épaisseur, composé de lapilli et de cendres volcaniques. La pluie qui survint alors dissipa tout, et il y eut une légère couche de terreau ajouté à celui de la Limagne. Si, le vent continuant, la pluie avait tardé plus longtemps, la couche aurait été plus épaisse.

» Je regarde comme très probable que le terreau de la Limagne a été ainsi formé, car de pareils transports de matières volcaniques sont fréquents dans la contrée. »

» Nous démontrerons dans un instant la réalité de ce que le capitaine Rozet regardait seulement comme probable.

» Il m'a paru intéressant de prendre à ce sujet quelques mesures.

» *Poids des poussières des volcaniques qui tombent sur un hectare de terrain.* — Le 3 janvier 1884, j'ai fait nettoyer les rigoles en tôle qui reçoivent les eaux pluviales du bâtiment d'habitation du gardien de l'observatoire à la cime du puy de Dôme. Le 17 mars de la même année, c'est-à-dire deux mois et demi plus tard, ces rigoles renfermaient $7^{kg},081$ de poussières vol-

caniques très ténues transportées d'abord par les vents sur le toit en tôle galvanisée de ladite habitation, et entraînées par la pluie dans les rigoles. Comme la surface du toit lavée par la pluie est de 96^{mq}, cela donne 73^{gr} de poussière par mètre carré pendant deux mois et demi. On en déduit un dépôt de 348^{gr} par mètre carré et par année.

» Certainement, on reste au-dessous de la vérité en portant ce nombre à 400^{gr}, par suite des matières entraînées hors des rigoles par les eaux.

» La période pendant laquelle les expériences ont été faites correspondant à l'époque des grandes tourmentes de l'atmosphère, afin d'éviter toute exagération, il convient de réduire au quart le nombre trouvé et de ne prendre que 100^{gr} par mètre carré et par année. Il en résulte encore un poids considérable de poussières volcaniques, 1000^{kg}, transportées annuellement par les vents sur 1^{ha} de terrain.

» Comment s'étonner, après cela, que les ruines du temple gallo-romain, établi autrefois au sommet du puy de Dôme, aient fini par être ensevelies sous une couche épaisse de terre meuble, et par disparaître presque entièrement, alors que personne ne songeait à l'étude et à la conservation des monuments anciens?

» *Rôle des poussières transportées par les vents.* — Passons maintenant au rôle de ces poussières.

» *Fertilité inépuisable de la Limagne d'Auvergne.* — Qui ne connaît la grande fertilité de la Limagne d'Auvergne? C'est tout l'intervalle compris entre les deux grandes chaînes du Forez et de l'Auvergne; sa largeur atteint jusqu'à 8 lieues et sa longueur dépasse 36. Son sous-sol est formé d'un terrain calcaire lacustre qui appartient à l'étage tertiaire moyen; il est recouvert par une couche de terreau noir presque entièrement composée de lapilli et de cendres volcaniques provenant sans doute de la chaîne du puy de Dôme.

» Toutes les cultures y réussissent. En fait de céréales, le froment y règne en souverain.

« On rapporte qu'un étranger, dit M. Beaudet-Lafarge, ancien secrétaire de la Société d'agriculture du Puy-de-Dôme, la traversant avant la moisson, demandait où se trouvaient les champs destinés aux ensemencements en froment de l'automne prochain. Ces champs étaient sous ses yeux, mais il ne s'en doutait pas; la plupart étaient encore couverts de céréales et même de froment. »

» Dans la commune de Gerzat, près de Clermont, la même terre a produit du très beau chanvre, pendant dix-huit ans de suite, sans le secours

d'aucun engrais : sa culture n'a changé qu'en changeant de propriétaire. De tels exemples ne sont pas rares ; il serait facile de les multiplier.

» *Découverte de l'acide phosphorique dans les roches volcaniques de l'Auvergne.* — Les roches volcaniques de l'Auvergne ont été l'objet d'un grand nombre de travaux. Kosmann et M. le Dr de Lasaulx, professeur à Bonn (Prusse rhénane), ont découvert de l'acide phosphorique dans la plupart d'entre elles. Cet acide se rencontre dans les laves de Volvic et du puy de Pariou; sa proportion dépasse $\frac{6}{1000}$ dans la lave du puy de Côme (Kosmann) et $\frac{8}{1000}$ dans celle de Gravenoire (de Lasaulx).

» On le trouve aussi dans la domite du puy de Dôme, le trachyte du mont Dore et la pouzzolane de Gravenoire. Il est donc très répandu dans tous les terrains volcaniques du centre de la France.

» *Présence de la potasse et de la chaux dans les mêmes roches.* — Les analyses ont révélé en outre dans les mêmes roches la présence de la potasse, dont la proportion s'élève quelquefois au-dessus de 3 pour 100, comme dans la lave du puy de Côme (Kosmann), et celle de la chaux qui y entre jusqu'à 10,7 pour 100, comme dans la lave de Gravenoire (de Lasaulx).

» Si le sous-sol de la Limagne est recouvert, comme nous venons de le dire, d'un terreau noir formé surtout de cendres volcaniques, n'est-il pas naturel de croire qu'il y a là aussi de l'acide phosphorique, de la potasse et de la chaux. C'est ce qu'a pensé mon savant collègue de la Faculté, M. Truchot. Pour vérifier ses prévisions, il a analysé les terres de Beaumont, d'Aubière, de Saint-Jacques, près Clermont; celles de Chalagnat et de Theix. Partout il a trouvé l'acide phosphorique, la potasse et la chaux, c'est-à-dire les corps qui contribuent principalement à la fertilité d'une terre.

» *Limon aérien et fertilisant apporté d'une manière permanente de la Limagne.* — Tous ces travaux récents rendent parfaitement compte de la fertilité exceptionnelle de la Limagne. Il n'est pas aussi simple de comprendre pourquoi cette fertilité est pour ainsi dire inépuisable. Si nos observations sont exactes, on en trouvera facilement l'explication dans ces transports de poussières volcaniques par les vents qui peuvent en amener des poids très notables, rendre ainsi au sol d'une manière permanente les éléments fertilisants par excellence : la chaux, la potasse, l'acide phosphorique, et les rendre à un état de ténuité extrême, c'est-à-dire dans les conditions les plus favorables à l'assimilation des plantes.

» Probablement, dans d'autres contrées, des phénomènes semblables se produisent. Beaucoup de vallées reçoivent des poussières apportées par les

vents qui balayent les sommets et les escarpements des montagnes ou des collines voisines, et les plateaux élevés qui les entourent. Il y a là des études curieuses et variées à faire.

» Il faudrait installer des appareils propres à recueillir les poussières de l'air, afin de les peser, de les analyser et de déterminer leur action favorable ou nuisible à la végétation. Leur influence dans beaucoup de cas n'est pas à négliger. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Relation entre la déclinaison lunaire et la latitude moyenne des points de départ des alizés.* Note de M. **A. Poincaré.**

« Dans un Tableau que je présente à l'Académie, j'ai mis en regard, pour chaque jour des trois mois de décembre 1879, janvier et février 1880, la déclinaison du Soleil, la déclinaison de la Lune, enfin la latitude moyenne des points de départ des alizés boréaux entre les longitudes 105° W et 135° E.

» Les courbes sinueuses des points de départ des alizés ont été tracées et calculées par nous, jour par jour, sur les Cartes de M. Teisserenc de Bort.

» Le nombre des observations du baromètre et surtout du vent ne laisse place à aucun doute sérieux.

» Sauf deux rebroussements, les 3 et 25 décembre, il n'y a aucune interruption dans l'ascension de cette latitude moyenne d'un lunistice austral au lunistice boréal suivant, ni dans sa descente du lunistice boréal au lunistice austral.

» Les extrêmes et les milieux de ces oscillations constantes sont comme suit pour la saison :

Latitude moyenne des points de départ des alizés.

Dates.	Lunistice boréal (maxima).	Équilune.	Lunistice austral (minima).
6 décembre 1879.....		32°.30′	
12 »			24°30′
19 »		35	
26 »	40°		
2 janvier 1880.......		31.30	
9 »			19°
15 »		27.30	
23 »	37°		
30 »		18	

Dates.	Lunistice boréal (maxima).	Équilune.	Lunistice austral (minima).
5 février 1880.......			15
12 »		21	
19 »	27°,30		
26 »		21	

» La diminution progressive des maxima et des minima jusqu'au 5 février est due à l'autre facteur du déplacement des alizés, l'action solaire, qui commande à long intervalle le changement continu de la latitude de l'équateur barométrique. La plus grande latitude australe de l'équateur barométrique a lieu vers le 5 février pour la portion du globe considérée.

» L'écart entre l'apogée et le lunistice boréal paraît et doit avoir une certaine influence, retardatrice et parfois perturbatrice, sur l'élargissement vers le nord du champ des alizés. C'est surtout à lui qu'on doit rapporter les deux rebroussements exceptionnels signalés.

» On n'aperçoit aucune action des phases; mais on pourrait objecter qu'elle est masquée par le rapprochement des pleines lunes et des lunistices boréaux, ou supposer qu'elle est d'une nature différente.

» Avant de se prononcer sur ces deux questions et même d'insister sur les conséquences de détail à tirer du Tableau, il est nécessaire d'étendre cette étude au moins à une année entière; il convient aussi de la faire pour les vents supérieurs.

» Mais il est bien établi pour nous que la latitude des points de départ des alizés est sous la dépendance du mouvement de la Lune en déclinaison.

» Sans empêcher les variations précédemment étudiées, le relèvement du champ des alizés en lune boréale a pour effet d'augmenter, au-dessous de 45° de latitude, la tendance aux vents de nord et d'est, chez nous la tendance au calme.

» Le résultat de notre recherche était facile à prévoir. La marée atmosphérique est très faible, mais assez étendue en latitude. Par suite de la rotation terrestre, ce gonflement, aspirant l'air et balayant l'atmosphère, agit comme le ferait une dépression, minime, mais large, qui serait emportée vers l'ouest avec une vitesse de 450^{m} par seconde et dont le centre reparaîtrait chaque jour sur le même méridien avec un écart très inférieur à son rayon. Il élargit le courant d'est dans le sens de son propre déplacement en latitude.

Tableau synoptique des positions du Soleil et de la Lune et de la latitude moyenne des points de départ des alizés boréaux du 4 décembre 1879 au 29 février 1880.

Dates.	Déclinaison du Soleil à midi moyen.	Lune. Déclinaison à midi moyen de Paris.	Lune. Pleine Lune, nouvelle Lune, lunistice, équilune, apogée, périgée (¹).	Latitude moyenne des points de départ des alizés boréaux (²).	Observations.
					Les trois premiers jours de décembre ne figurent pas ici, parce qu'ils sont encore sous l'influence d'une perturbation exceptionnelle qui s'est produite à l'apogée du 27 novembre et qui n'a pas encore été étudiée.
4 déc. 1879...	−22°.15	+11°.50′		36°	
5 ...	22.23	+ 6.39		35.30	
6 ...	22.30	+ 1. 4	EqL.	34	Le chiffre correspondant à l'équilune serait d'environ 32°20′.
7 ...	22.37	− 4.44		30.30	
8 ...	22.44	−10.29		30	
9 ...	22.50	−15.50		28	
10 ...	22.55	−20.23		27.30	
11 ...	23. 1	−23.39		27	
12 ...	23. 5	−25.14	Périgée.	25	
13 ...	23.10	−24.57	La. NL.	26	Minimum : 24°30′ environ.
14 ...	−23.13	−22		28.30	
15 ...	23.17	−19.15		29	
16 ...	−23.20	−14.44		31.30	
17 ...	23.22	− 9.32		33	
18 ...	23.24	− 4. 4		34	
19 ...	23.26	+ 1.23	EqL.	35	
20 ...	23.27	+ 6.38		35	
21 ...	23.27	+11.31		35	
22 ...	23.27	+15.54		36	
23 ...	23.27	+19.37		37	

(¹) Les indications des colonnes précédentes se rapportant au midi moyen de Paris, celles de cette colonne ont été placées à une hauteur correspondant à peu près à l'heure réelle de la situation indiquée.

(²) Entre le 105ᵉ degré de longitude W et le 135ᵉ degré de longitude E.

L'heure moyenne des observations étant plus rapprochée du minuit que du midi de Paris, nous avons placé les chiffres de cette colonne au-dessus de la ligne de la date.

Dates.	Déclinaison du Soleil à midi moyen.	Lune. Déclinaison à midi moyen de Paris.	Lune. Pleine Lune, nouvelle Lune, lunistice, équilune, apogée, périgée.	Latitude moyenne des points de départ des alizés boréaux.	Observations.
	° ′	° ′		°	
23 déc. 1879...	23.27	+19.37		38	
24 ...	23.26	+22.23		35	
25 ...	23.25	+24.27	Apogée.	38	Anomalie unique dans la saison étudiée. Fort abaissement de la ligne des dépressions principales. L'apogée y serait-elle pour quelque chose?
26 ..	23.23	+25.19	Lb.	40	Maximum probable.
27 ...	—23.21	+25. 0		39.30	
28 ...	23.18	+23.31	PL.	36	
29 ...	23.15	+20.54		36	
30 ...	23.11	+17.18		36	
31 ...	23. 7	+12.53		34	
1er janv. 1880..	23. 2	+ 7.50		33	
2 ..	22.57	+ 2.22	EqL.	30	Le chiffre correspondant à l'équilune serait d'environ 31°30′.
3 ..	22.52	— 3.19		29.30	
4 ..	22.46	— 8.57		28.30	
5 ..	22.39	—14.17		28	
6 ..	22.33	—18.57		26	
7 ..	22.25	—22.36		20	
8 ..	22.17	—24.49		19	
9 ..	—22. 9	—25.19	La. Périgée.	19.30	Minimum probable, diminué, comme tous les chiffres de la présente révolution lunaire, par l'abaissement continu de l'équateur barométrique.
10 ..	22. 1	—24. 2		19.30	
11 ..	21.52	—21. 6	NL.	20	
12 ..	21.42	—16.53		23	
13 ..	21.32	—11.49		24.30	
14 ..	21.22	— 6.18		27.30	
15 ..	21.11	— 0.40	EqL.	28	
16 ..	21. 0	+ 4.50		29	
17 ..	20.48	+ 9.58		29	
18 ..	20.37	+14.36		29	
19 ..	20.24	+18.34		29	
20 ..	20.12	+21.45		32	
21 ..	19.58	+23.59	Apogée.	32.30	Irrégularité à l'apogée
22 ..	—19.45	+25.11	Lb.	37	Sensiblement le maximum.
23 ..	19.31	+25.14			

Dates.	Déclinaison du Soleil à midi moyen.	Lune. Déclinaison à midi moyen de Paris.	Lune. Pleine Lune, nouvelle Lune, lunistice, équilune, apogée, périgée.	Latitude moyenne des points de départ des alizés boréaux.	Observations.
23 janv. 1880...	19.31	+25.14		35	
24 ...	19.17	+24. 6		33.30	
25 ...	19. 2	+21.48		26.30	
26 ...	18.48	+18.26		20	
27 ...	18.32	+14.11	PL.	18	
28 ...	18.17	+ 9.12		18	
29 ...	18. 1	+ 3.45	EqL.	18	
30 ...	17.45	— 1.57		18	
31 ...	17.28	— 7.39		17.30	
1er fév. 1880...	17.11	—13. 2		17.30	
2 ...	16.54	—17.50		17	
3 ...	16.37	—21.41		16	
4 ...	16.19	—24.16		15.30	
5 ...	16. 1	—25.18	La.	15	Sensiblement le minimum de la révolution et, probablement le minimum absolu de l'année, correspondant au maximum d'éloignement de l'équateur barométrique sur l'hémisphère sud.
6 ...	15.43	—24.39	Périgée.	16	
7 ...	15.24	—22.24		16	
8 ...	15. 5	—18.45		17.30	
9 ...	14.46	—14. 3		18	
10 ...	14.27	— 8.43	NL.	19.30	
11 ...	14. 7	— 3.04	EqL.	21.30	Cote correspondante à l'équilune 21°.
12 ...	13.48	+ 2.34		23	
13 ...	13.28	+ 7.57		24	
14 ...	13. 7	+12.51		24.30	
15 ...	12.47	+17. 8		25	
16 ...	12.26	+20.38		25	
17 ...	12. 5	+23.13		26.30	
18 ...	11.44	+24.47	Apogée.	27	
19 ...	11.23	+25.13	Lb.	27.30	Sensiblement le maximum.
20 ...	11. 2	+24.31		26.30	
21 ...	10.40	+22.38		26	
22 ...	10.18	+19.40		24	
23 ...	9.57	+15.43		22	
24 ...	9.35	+10.58		21	
25 ...	9.12	+ 5.35	PL.		

Dates.	Déclinaison du Soleil à midi moyen.	Lune. Déclinaison à midi moyen de Paris.	Lune. Pleine Lune, nouvelle Lune, lunistice, équilune, apogée, périgée.	Latitude moyenne des points de départ des alizés boréaux.	Observations
	° ′	°		°	
25 fév. 1880...	9.12	+ 5.35	PL.	21	
26 ...	8.50	— 0. 9	EqL.	18.30	
27 ...	8.28	— 5.59		18	
28 ...	8. 5	—11.35		18	
29 ..	7.42	—16.37			

Résumé de la saison.

Dates.	Lb (max.).	EqL.	La (min.).	
6 décembre 1879...	»	32°.30′	»	Descente normale de l'équateur barométrique vers le Sud (action solaire).
12 ...	»	»	24°.30′	
19 ...	»	35°	»	
26 ...	40°	»	»	
2 janvier 1880.....	»	31°30′	»	
9	»	»	19°	
15	»	27°.30′	»	
23	37°	»	»	
30	»	18°	»	
5 février.	»	»	15 Minimum de l'année.	
12	»	21°	»	
19	27°.30′	»	»	
26	»	21°	»	

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les caractères anatomiques de la feuille et sur l'épharmonisme dans la tribu des Vismiées.* Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« Au point de vue de l'anatomie de la feuille, la famille des Hypéricacées se divise en deux groupes, les *Hypericum* d'une part, caractérisés par des stomates entourés de trois cellules épidermiques et, d'autre part, les Vismiées et les Cratoxylées dont les stomates sont accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole comme chez les Guttifères. Chez les Vismiées et les Cratoxylées, le pied unisérié du poil se termine par un bouquet de cellules allongées, quelquefois si bien enchevêtrées dans un même plan horizontal, qu'une espèce à feuilles véritablement tomenteuses à la face in-

férieure, le *Vismia lauriformis* Chois., a été décrite comme ayant des feuilles glabres.

» La tribu des Vismiées, telle qu'elle est délimitée dans le *Genera* de Bentham et Hooker, renferme quatre genres, dont trois (*Vismia, Psorospermum* et *Haronga*) sont voisins entre eux, tandis que le quatrième, *Endodesmia*, distinct d'ailleurs par une foule de caractères organographiques exceptionnels, même dans la famille des Hypéricacées, se trouve isolé. Les caractères épharmoniques, très uniformes pour les trois premiers genres, sont différents dans l'espèce unique d'*Endodesmia;* en effet, cette espèce, un peu xérophile, pourvoit à sa réserve d'eau par des réservoirs vasiformes, tandis que les espèces xérophiles des autres genres trouvent cette réserve soit dans l'épiderme soit dans l'hypoderme. En supposant, ce qui est probable, que l'*Endodesmia* est une Hypéricacée et non une Guttifère, il est clair que ce genre n'est pas l'homologue de chacun des trois autres, mais qu'il doit être opposé à ces derniers réunis; car, chez les vraies Vismiées, l'épharmonisme est si homogène, contrairement à ce qui arrive souvent aux espèces d'un même genre, qu'il a dû se constituer dans la souche commune avant l'introduction de nouveaux caractères distinctifs d'ordre organographique, tels que le nombre des ovules, l'enroulement des cotylédons (*Psorospermum*), le fruit drupacé (*Haronga*).

» La réunion de toutes ces espèces forme un ensemble de végétaux répandus depuis Madagascar jusqu'à l'Amérique tropicale, caractérisés, pour ne parler ici que de l'anatomie de la feuille, par des stomates accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole, par des poils étoilés à pied unisérié, à rayons coniques ou cylindriques, par des glandes schizogènes arrondies dans le mésophylle, canaliformes dans le péricycle (M. Van Tieghem) et le liber secondaire, par des cristaux agglomérés en oursins, et enfin, quant aux allures épharmoniques, par le mésophylle bifacial, l'absence de stomates à la face supérieure, la tendance à la formation d'un hypoderme. En Amérique, ces plantes sont les *Vismia;* en Afrique, les *Psorospermum,* et une seule espèce africaine (*Haronga*) s'est séparée de ce groupe par une adaptation différente en vue de la dissémination des graines, en formant des drupes à noyau quinquéloculaire au lieu de baies.

» Entre ces trois genres il n'y a aucune distinction anatomique ayant qualité générique. Les *Vismia* présentent souvent un hypoderme bien développé; ils sont plus héliophiles que les autres; leurs feuilles sont, en général, plus grandes et possèdent en conséquence, dans le pétiole, un appareil fasciculaire plus compliqué. Deux *Psorospermum* diffèrent des autres

autant par leurs caractères organographiques que par l'épharmonisme : tous deux (*Ps. senegalense* et *Ps. febrifugum*) appartiennent à l'Afrique occidentale, la plupart des autres à Madagascar. Ils sont beaucoup plus xérophiles que les espèces orientales; le premier s'adapte à la sécheresse *par épargne*, en épaississant la cuticule de la face supérieure et en couvrant la face inférieure d'un tomentum de poils étoilés; le second, *par prévoyance*, en développant un hypoderme local le long des nervures et, chose curieuse, plus étendu à la face inférieure des feuilles qu'à la face supérieure, ce qui nécessite une distribution particulière des stomates.

» La distinction anatomique des espèces est assez facile, grâce aux différents caractères de l'épiderme et des poils, grâce à la présence ou à l'absence d'hypoderme, etc. Cependant, surtout chez les *Vismia*, de nombreuses réductions semblent s'imposer; mais il ne sera possible de les exécuter définitivement que lorsqu'on aura soumis à une étude anatomique la tige, la racine et les organes reproducteurs, étude malheureusement impossible aujourd'hui, faute de matériaux convenables.

» On peut résumer de la manière suivante les allures épharmoniques des deux principaux genres de Vismiées.

» 1. *Vismia*. — Mésophylle bifacial : une seule assise de cellules en palissade occupant en général la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Stomates seulement à la face inférieure; cuticule mince ou médiocre; s'il y a lieu, transpiration modérée par des poils étoilés plus ou moins abondants; chez les espèces xérophiles, hypoderme de une, deux ou trois assises de cellules. Faisceaux des veinules accompagnés en dessous et en dessus de massifs de fibres mécaniques, souvent rattachés par ce dernier massif à l'épiderme supérieur ou à l'hypoderme, quelquefois reliés par les deux massifs aux deux épidermes, respectivement à l'hypoderme.

» De l'ensemble se détachent d'abord deux ramifications, la première (*V. latifolia* Aubl.) à épiderme inférieur papilleux, la seconde (*V. dealbata* H. B. K. et *V. tomentosa* Ruiz et Pav.) dont les poils ne sont couronnés que par les restes plus ou moins désorganisés de la houppe terminale. Toutes les autres espèces constituent ce que j'appelle le *groupe nodal* du genre; une seule d'entre elles se fait remarquer par les fibres aberrantes qui, partant du massif fibreux situé au-dessus des faisceaux des veinules, courent sous l'épiderme supérieur. Le groupe nodal comprend les espèces suivantes rangées par ordre de xérophilie croissante : *V. micrantha* Mart., *V. lasiantha* Kltz., *V. reticulata* Chois., *V. longifolia* Chois., *V. lauriformis* Chois., *V. glabra* R. et Pav., *V. sessilifolia* Pers., *V. cayennensis* Pers.,

V. rufescens Pers. L'hypoderme existe chez toutes les espèces à partir du *V. longifolia*.

» 2. *Psorospermum*. — Mésophylle bifacial : une seule assise de palissades bien différenciées, atteignant bien rarement la moitié de l'épaisseur totale, comprenant ordinairement moins du quart de cette épaisseur. Épiderme inférieur privé de stomates. Hypoderme rare; réserve d'eau ordinairement dans l'épiderme. Beaucoup moins héliophiles et moins xérophiles que les *Vismia*, ces plantes se distinguent de ces derniers, en ce que les espèces affines du groupe nodal sont dépourvues d'hypoderme. Ce groupe nodal comprend les espèces suivantes rangées par ordre de xérophilie croissante : *Ps. tenuifolium* Hook. f., *Ps. cuspidatum* Spach, *Ps. cordiæfolium* Spach, *Ps. chionanthifolium* Spach, *Ps. cornifolium* Spach, *Ps. citrofolium* Spach. De ce noyau se détachent deux branches, dont l'une comprend les deux espèces relativement xérophiles de l'Afrique occidentale (*Ps. senegalense* Spach, et *Ps. febrifugum* Spach) et l'autre, une espèce à épiderme inférieur papilleux, le *Ps. discolor* Spach, qui, sous le rapport de l'épharmonisme, est aux *Psorospermum* ce que le *Vismia latifolia* est aux *Vismia*.

» On voit, par ces exemples, que l'Anatomie des organes végétatifs, combinée avec les caractères organographiques, permet en quelque sorte de reconstituer l'histoire des espèces d'un même genre. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations de la respiration avec le développement*. Note de MM. **G. Bonnier** et **L. Mangin**, présentée par M. Duchartre [1].

« I. Dans nos précédentes recherches sur la respiration, nous avons déjà montré par l'étude des plantes pendant la période germinative et au moment du passage de la vie ralentie à la vie manifestée, quelles sont les variations du rapport des gaz échangés [2]. Nous avons recherché si des variations analogues se présentent aussi pendant l'hiver chez les tissus à chlorophylle des végétaux respirant à l'obscurité.

» Nous avons étudié dans ce but un certain nombre de plantes, d'une

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire des recherches botaniques de l'École Normale supérieure.

(2) *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 6e série, t. XVII, p. 210, et t. XVIII, p. 293.

saison à l'autre, en employant les méthodes qui sont décrites dans les Mémoires que nous avons publiés pour doser, à un état donné, le volume de l'acide carbonique dégagé et celui de l'oxygène absorbé.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Fusain du Japon (Evonymus japonicus).

	$\frac{CO^2}{O}$.
4 avril 1884	1,00
20 novembre 1884	0,76
12 décembre 1884	0,80
18 janvier 1885	0,86
27 février 1885	0,96
16 avril 1885	1,00

Lierre (Hedera Helix).

15 mai 1884	1,00
19 novembre 1884	0,80
30 décembre 1884	0,85
23 janvier 1885	0,90
15 avril 1885	0,97

Genêt (Sarothamnus scoparius).

	$\frac{CO^2}{O}$.
16 décembre 1884	0,64
24 février 1885	0,78
11 mars 1885	0,87
23 mars 1885	0,89

» Ces exemples sont pris parmi les plantes qui, pendant l'été, dégagent un volume d'acide carbonique égal au volume d'oxygène qu'elles absorbent de telle sorte que la respiration n'y produit ni gain ni perte d'oxygène. On voit, par les nombres précédents, que, pendant l'hiver, les mêmes plantes dégagent un volume d'acide carbonique plus petit que celui de l'oxygène absorbé et que la respiration y produit, dans cette saison, une assimilation d'oxygène, comme pendant la période germinative. C'est ce que pouvaient déjà faire prévoir les résultats que nous avons obtenus en étudiant les rhizomes, les bulbes et les tubercules en voie de développement.

» Nous avons trouvé des variations analogues du rapport $\frac{CO^2}{O}$ pour toutes les espèces étudiées, même pour celles dont le rapport reste plus petit que l'unité pendant la saison d'été (Pin maritime, Pin sylvestre, If, etc.).

» II. Par une Note publiée dans les *Comptes rendus*, le 28 avril 1884, sur la *Respiration des feuilles à l'obscurité*, nous avons établi qu'à *un état donné du développement* ([1]) le rapport des volumes de gaz émis et absorbés reste *constant*, quelle que soit la température.

» Il était intéressant de voir si cette loi se vérifie aussi pendant la saison froide, pour les tissus à chlorophylle respirant à l'obscurité. Nous avons donc répété un certain nombre d'expériences, pour les mêmes branches, au même état de développement, mais à des températures différentes.

Citons les résultats suivants :

Fusain du Japon (Evonymus japonicus).

		$\frac{CO^2}{O}$
Décembre	12°	0,80
	20	0,80
Avril	1	0,97
	15	0,97
	21	1,00

Houx (Ilex aquifolium).

Février	12	0,67
	16	0,65
	21	0,66
Mars	15	0,76
	19	0,74

Lierre (Hedera helix).

Décembre	9	0,85
	15	0,86

» Ces nombres montrent que les différentes valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ ne sont pas dues à la différence des températures.

» Nous pouvons donc formuler les conclusions suivantes :

» 1° *Les valeurs du rapport* $\frac{CO^2}{O}$ *des volumes de gaz émis et absorbés, pendant la respiration d'une espèce déterminée, ne sont pas les mêmes pour les différents états du développement.* Ces valeurs passent par un maximum, souvent

([1]) *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 6e série, t. XIX, p. 254.

égal à l'unité, qui subsiste pendant l'été et par un minimum qui se présente en hiver.

» 2° A un état de développement donné, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est toujours *constant*, quelle que soit la température. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine du limon des plateaux*. Note de M. A. DE LAPPARENT, présentée par M. Daubrée.

« Lorsqu'on étudie la répartition du limon des plateaux dans le bassin de Paris, on est frappé de son indépendance absolue relativement au régime hydrographique actuel. Absent des abords de la vallée de la Loire, le limon manque totalement sur la forêt d'Orléans et forme une couche très mince sur la Beauce; plus épais sur la Brie, il l'est encore davantage dans la Normandie orientale, mais surtout en Picardie. On n'en trouve pas de traces sur la Champagne pouilleuse, mais il en existe de petites taches à la surface de la Champagne rémoise, et son épaisseur va croissant à mesure qu'on s'avance vers le Nord. Cette épaisseur atteint son maximum aux limites de la Flandre, près de la frontière belge, aux environs de Landrecies et de Maubeuge, où la puissance du limon dépasse quelquefois 15^m. Dans ces régions, comme en Flandre, des chemins creux, aux parois verticales, sont profondément entaillés dans le limon, qui reproduit, aux dimensions près, les particularités du célèbre loess de la Chine.

» Ce mode de distribution est complètement indépendant du parcours actuel des grands cours d'eau; mais il peut être mis en rapport direct avec un phénomène géologique, qui est l'ancienne répartition des dépôts argilo-sableux, à grain fin, de l'époque tertiaire. On sait, en effet, que la surface de la Normandie a été autrefois couverte non seulement par le conglomérat argileux à silex de la craie, mais par des sables d'eau douce suessoniens, souvent accompagnés d'argile, et dont il existe encore de nombreux lambeaux, la plupart tombés par effondrement dans les cavités de la craie. En Picardie, à ces sables d'eau douce s'ajoutent les dépôts de la glauconie de la Fère, dépôt à grain presque impalpable, qui rougit à l'air et semble prédestiné à devenir du limon. Entre Saint-Quentin et la Belgique, c'est-à-dire sur la ligne du maximum d'épaisseur du limon, on retrouve les traces de l'ancien détroit par lequel la mer tertiaire parisienne communiquait avec celle de la Belgique. Si les sables tongriens ne se suivent pas au delà du mont Pagnotte et de Villers-Cotterets, c'est par l'effet de l'érosion

qui les a fait disparaître du nord-est, et, quant aux dépôts éocènes, le caractère argilo-sableux, bien accusé dans les sables du Soissonnais, n'est pas moins prononcé dans les sables yprésiens, paniséliens ou bruxelliens du Hainaut, de la Flandre et du Brabant. Les sables et argiles tertiaires se sont étendus autrefois sur la Champagne rémoise, comme l'attestent divers témoins, tels que le mont de Berru; mais ils n'ont pas atteint la Champagne pouilleuse. Enfin, si la Brie a été couverte par les sables de Fontainebleau, la Beauce n'a dû avoir à sa surface que la mollasse du Gâtinais et les sables de l'Orléanais.

» Ainsi, à l'époque tertiaire, toutes les surfaces que recouvre aujourd'hui le limon des plateaux, dans le bassin de Paris, étaient occupées par des sédiments argilo-sableux à grain fin, sur lesquels l'érosion atmosphérique n'a pas cessé d'agir depuis le moment où ces surfaces ont été émergées, c'est-à-dire au moins depuis la fin de l'époque aquitanienne. C'est alors qu'un mouvement du sol ayant provoqué l'assèchement du lac de la Beauce, le bassin de Paris a dû commencer à ressentir l'action des phénomènes météoriques, destinée à se poursuivre pendant les périodes miocène, pliocène et quaternaire. De cette manière, la plupart des sédiments sans consistance ont disparu peu à peu, ne laissant que des témoins isolés et, tandis que, dans tous les points où les eaux pluviales pouvaient acquérir une certaine vitesse, elles entraînaient les matériaux de ces dépôts au milieu des alluvions des vallées, sur les parties hautes, où les eaux n'étaient animées d'aucun mouvement, il se déposait un résidu impalpable. Constamment remanié par les pluies, toujours exposé à l'air, ce résidu serait devenu le limon et son épaisseur, en chaque point, dépendrait de la quantité plus ou moins grande des sédiments tertiaires autrefois accumulés dans le voisinage.

» Par là s'expliquerait l'épaisseur si faible des parties limoneuses dans la Champagne rémoise, où venait expirer la formation tertiaire, tandis que, sur les plateaux du Valois, où existaient autrefois les sables de Beauchamp et ceux de Fontainebleau, la puissance de la couche de limon est beaucoup plus considérable, en même temps, d'ailleurs, que sa nature est sensiblement plus sableuse qu'en Picardie ou en Flandre.

» En résumé, le limon, sur lequel l'action pluviale est si manifestement empreinte, serait le résidu final de la destruction des lambeaux tertiaires du bassin de Paris. Il aurait reçu sa forme définitive à l'époque des grandes pluies quaternaires, et, plus tard, comme l'a si ingénieusement indiqué M. Searles Wood, les alternatives de la température superficielle, alors

que, durant l'âge du renne, le sol était gelé dans la profondeur, auraient déterminé la séparation du limon supérieur, brun rouge et décalcifié, d'avec le limon jaune et calcarifère, que le premier semble raviner.

» Il est possible que le vent ait joué un certain rôle dans la dissémination des éléments du limon; mais cette action ne paraît pas s'être exercée à grande distance, et c'est le *ruissellement* qui a été, par excellence, l'agent de la formation de ce dépôt. »

VITICULTURE. — *Nouveau moyen de défense contre le mildiou.* Note de **M. Minière.**

« Nous avons proposé, dans un pli du mois de juillet 1884, comme moyen propre à combattre la gelée, la coulure et le mildiou, un abri naturel formé par une plante, et plus particulièrement par le seigle. Notre intention était de ne publier qu'à l'automne prochain le résultat de nos observations et de nos expériences qui sont en cours; mais devant les alarmes si vives et si justifiées des viticulteurs à l'approche de la saison habituelle de l'apparition du *Peronospora viticola*, nous croyons devoir devancer ce moment. On s'accorde malheureusement à reconnaître que cette cryptogame est plus redoutable que le Phylloxera et que, si ses ravages ne sont pas enrayés, la culture de la *Vitis vinifera* deviendra bientôt impossible. Le Phylloxera peut être combattu dans une certaine mesure, tandis que le Peronospora de la vigne a résisté à tous les moyens mis en usage.

» Ce qui nous engage encore à faire connaître notre procédé, c'est qu'il pourrait être mis en pratique par les viticulteurs dans la saison présente. Ils ne réaliseront plus l'abri protecteur par la culture du seigle, mais par celle d'une autre plante estivale, comme le maïs.

» Le *Peronospora viticola* se développe dans l'épaisseur même du parenchyme de la feuille. Cette simple constatation suffisait à faire prévoir l'échec absolu de toutes les préparations chimiques antiparasitaires. Ces préparations, pour détruire le mycélium du champignon, devraient en même temps détruire la feuille.

» Mais, d'un autre côté, l'observation a démontré que sur les vignes abritées le mildiou ne se développe pas. N'y aurait-il pas dans ce fait l'indication d'un traitement rationnel? Il ne s'agirait plus de détruire le mildiou, mais de l'empêcher de se produire. Voici à ce sujet quelques observations intéressantes que nous a permises, en 1884, l'apparition tardive de

l'invasion cryptogamique dans notre contrée et dont nous aurons à tirer les conclusions.

» *Observation n° 1.* — Dans nos vignes en pleins champs, parsemées d'arbres fruitiers, nous avons remarqué que, sous ces arbres, les ceps conservaient plus longtemps leurs feuilles. Ces feuilles, quoique atteintes de mildiou, ne l'étaient que dans une certaine limite, et celles qui étaient le moins éprouvées appartenaient aux ceps qui se trouvaient à l'ombre projetée par les arbres *dans la seconde partie de la journée*. Nous devons ajouter que plus le feuillage de l'arbre était épais et plus rares aussi étaient les taches de mildiou.

» *Observation n° 2.* — Un de nos ceps, abrité par un mur, a conservé toutes ses feuilles absolument indemnes. Ce mur, surmonté d'une corniche, a une direction nord-sud. Le cep, exposé à l'est et au nord-est, à l'abri du soleil du sud et de l'ouest, est, par conséquent, préservé des plus fortes chaleurs de la journée. La corniche du mur empêche le rayonnement et la rosée.

» *Observation n° 3.* — En même temps que nous faisions les observations précédentes, nous disposions, en forme d'abris, des paillassons au-dessus d'un certain nombre de ceps ; ces paillassons étaient assez inclinés pour les protéger tout à la fois du rayonnement et du soleil de l'après-midi. Le résultat de cette opération a été d'arrêter dans une grande proportion les progrès du mildiou ; car, tandis que les vignes voisines continuaient à être de plus en plus envahies, les feuilles de nos vignes abritées conservaient une coloration verte qui témoignait de leur immunité relative ; elles tombèrent longtemps après les autres et l'aoûtement du bois se fit mieux.

» *Observation n° 4.* — Au-dessus d'un certain nombre d'autres ceps, nous disposions également des paillassons inclinés des côtés nord et est, de façon que la vigne fût abritée du soleil seulement pendant la matinée. Le résultat obtenu fut moins satifaisant que dans l'observation n° 3. Ces vignes furent moins éprouvées que les vignes non abritées ; néanmoins leurs feuilles tombèrent avant celles des ceps abrités du soleil couchant et leur bois fut un peu moins bien aoûté.

» De ces diverses observations nous pouvons conclure :

» *Tout cep à l'abri du rayonnement et du soleil de l'après-midi est préservé du mildiou.*

» Voici quelle est, à notre avis, l'explication de ce fait. La chaleur et l'humidité sont les deux éléments indispensables au développement du

Peronospora viticola. Sous l'influence du rayonnement, les vapeurs en suspension dans l'air se condensent, s'emparent des conidies répandues dans l'atmosphère et se déposent avec elles sur la feuille. La rosée est le véhicule par excellence des conidies; elle les retient à la surface des feuilles, leur offre un milieu convenable de germination et ne les entraîne pas jusqu'au sol comme la pluie pourrait le faire. Si la température reste inférieure à 25° et s'il survient un vent sec, la conidie sera desséchée et détruite. Si, au contraire, le temps est calme et si la température s'élève à 25° ou 30°, la conidie germe et le mycélium se développe. On comprend dès lors que le seul moyen qui puisse s'opposer au développement et à la propagation du mildiou est celui qui mettra la vigne à l'abri de la rosée et de l'élévation de la température. Ce double but est atteint par le seigle ou toute autre plante appropriée, se développant assez près de la vigne pour qu'on puisse l'incliner au-dessus d'elle. De cette façon la rosée n'est plus à craindre, et, quant à la température, il est rare que, dans nos climats, par un temps humide, elle s'élève à 25° à l'ombre. Avec un soleil ardent et un temps sec, cette température peut être atteinte et même dépassée; mais, dans ces conditions, l'humidité faisant défaut, la germination des conidies ne peut avoir lieu.

» Comme observation incidente, nous dirons que la série de haies formées par les rangs de seigle constitue autant d'obstacles à la dissémination des spores d'été.

» Enfin, nous ferons remarquer combien est funeste à la vigne l'action directe du soleil de l'après-midi, surtout pendant la période caniculaire. Cette action, venant s'ajouter à la désorganisation du parenchyme par le mildiou, dessèche la feuille, la brûle et la fait tomber prématurément. C'est ce qui explique pourquoi, bien qu'atteintes par le mildiou, les vignes abritées par les arbres contre le soleil du midi, comme dans notre observation n° 1, jouissent d'une résistance relative. D'où l'on peut conclure que le mildiou seul ne suffit pas pour déterminer la chute des feuilles; il faut encore qu'à son action désorganisatrice vienne se joindre l'influence du soleil pendant les heures les plus chaudes de la journée.

» C'est sur ce principe que repose, en partie, le procédé que nous proposons, et il est curieux qu'une heureuse coïncidence nous permette d'espérer que le même abri chargé de protéger la vigne contre la gelée la protégera également contre le mildiou, en se conduisant, suivant le cas, de deux façons différentes :

D'un côté, défense de la vigne contre la gelée en s'opposant à l'abaisse-

ment de la température par rayonnement de la terre ; de l'autre, défense contre le mildiou en s'opposant à l'élévation de la température par rayonnement du soleil. »

M. **Minière** demande l'ouverture du pli cacheté qu'il a déposé le 21 juillet 1884 et qui a été inscrit sous le n° 3788.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient une Note portant pour titre : « Abri naturel pour protéger la vigne contre la gelée. »

M. **Ph. Goyet** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat le Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie, le 2 octobre 1884, sur un projet de canal maritime de l'océan Atlantique à la Méditerranée.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. J.

ERRATA.

(Séance du 13 avril 1885.)

Page 969, ligne 13 en remontant, *au lieu de* l'axe de rotation M, *lisez* l'axe de rotation de M.

Page 970, lignes 1 et 2, *au lieu de* la monture i', *lisez* la monture de i'.

Page 970, ligne 14, *au lieu de* 23 mars, *lisez* 30 mars.

Page 971, ligne 20, *au lieu de*

$$0, \frac{2\pi}{n}, p\frac{2\pi}{n}, (n-1)\frac{2\pi}{n},$$

lisez

$$0, \frac{2\pi}{n}, p\frac{2\pi}{n}, \ldots, (n-1)\frac{2\pi}{n}.$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales concernant 1° les attaques épileptiformes provoquées par l'électrisation des régions excito-motrices du cerveau proprement dit; 2° la durée de l'excitabilité motrice du cerveau proprement dit après la mort.* Note de M. Vulpian.

« I. *Attaques épileptiformes provoquées par faradisation de la substance blanche cérébrale sous-corticale, après congélation de l'écorce grise des régions excito-motrices des deux lobes du cerveau.* — J'ai cherché à prouver, dans une précédente Communication, que la substance grise corticale des régions du cerveau dites *centres moteurs* ne joue pas, comme on l'avait admis, un rôle indispensable dans la production des attaques d'épilepsie provoquées par l'électrisation de ces régions. Non seulement on observe encore des attaques épileptiformes lorsqu'on faradise, sur un chien, la substance blanche sous-corticale d'un lobe cérébral, après excision ou cautérisation de la substance grise superficielle de ce lobe — et je dois dire que MM. Bubnoff et Heidenhain l'avaient déjà constaté —; mais ces attaques, ainsi que je l'ai vu dans plusieurs expériences, ont la même physionomie et la même évolution

que celles qui sont provoquées par l'excitation électrique de la surface du gyrus sigmoïde. Sur ce point je suis en complet désaccord avec ces expérimentateurs ([1]). D'autre part, MM. Bubnoff et Heidenhain disent qu'il est impossible de faire naître une attaque épileptiforme sur les chiens chez lesquels on a enlevé ou détruit la substance grise superficielle des régions excitables des deux lobes cérébraux. Or, j'ai pu provoquer des attaques de ce genre, en électrisant, sur des chiens, la substance blanche d'un des lobes cérébraux, après ablation ou cautérisation de l'écorce grise des deux gyrus sigmoïdes et de la circonvolution qui borde ces gyrus : il faut dire toutefois que je n'ai observé qu'exceptionnellement ces attaques et que, lorsqu'elles avaient lieu, elles étaient plus faibles et d'une durée moindre que chez les chiens qui avaient subi d'un seul côté l'excision ou la cautérisation de la substance grise corticale des régions excito-motrices. Mais, en employant un autre procédé d'expérience, j'ai obtenu des résultats de la plus grande netteté.

» Sur un chien, après avoir mis largement à découvert, des deux côtés du cerveau, le gyrus sigmoïde et la circonvolution qui le borde, j'ai soumis rapidement ces parties à l'action d'un jet de chlorure de méthyle sous pression ([2]). Toutes les régions du cerveau mises à nu ont été congelées en quelques instants jusqu'à une certaine profondeur. Un excitateur isolé a été tout aussitôt introduit, du côté gauche, dans la substance blanche, au-dessous de la région congelée ([3]); un autre excitateur a été placé à la surface de cette région et, après avoir fait passer par ces deux excitateurs un courant faradique, saccadé, de moyenne intensité, pendant deux à trois secondes, on a vu se manifester une très violente attaque d'épilepsie qui a duré au moins deux minutes et qui n'a différé, sous aucun rapport, des attaques provoquées par la faradisation de la surface d'un des gyrus sigmoïdes chez un chien dont le cerveau est intact. On a pu renouveler deux fois l'expérience et, chaque fois, on a obtenu les mêmes résultats ([4]). La

---

([1]) Les études de MM. Bubnoff et Heidenhain sur ce point ont été analysées dans l'important travail de MM. François-Franck et Pitres intitulé : *Recherches expérimentales et critiques sur les convulsions d'origine corticale* (*Archives de Physiologie normale et pathologique*, 1883, n° 5).

([2]) Ce procédé a déjà été mis en usage par M. Marcacci dans les recherches qu'il a publiées sur l'excitabilité du cerveau.

([3]) Il a fallu un certain effort pour faire traverser, par le fil de cuivre revêtu de gutta-percha sauf, à son extrémité libre, la couche superficielle solidifiée par la congélation.

([4]) Lorsqu'on projette le chlorure de méthyle à la surface du cerveau, il se fait presque

production de fortes attaques d'épilepsie par l'électrisation de la substance blanche sous-corticale, dans de telles conditions, démontre donc d'une façon indiscutable que cette électrisation peut agir sans que l'écorce grise des parties excito-motrices du cerveau proprement dit soit mise en jeu [1].

» II. *Attaques épileptiformes provoquées sur des animaux chloralisés.* — On peut, comme je l'ai indiqué dans une de mes précédentes Communications, provoquer des attaques d'épilepsie, en électrisant les points excito-moteurs du cerveau proprement dit sur des animaux curarisés. Les attaques évoluent alors exclusivement dans le domaine de la vie organique. Il m'a paru intéressant d'examiner si l'on pourrait faire naître aussi des attaques d'épilepsie, par le même mode d'excitation, sur des chiens chloralisés et de rechercher, dans le cas où l'expérience donnerait un résultat affirmatif, quelles seraient les modifications subies alors par ces attaques.

» Il n'est pas douteux qu'on ne puisse déterminer des accès épileptiques par l'électrisation des régions excito-motrices du cerveau proprement dit chez un chien chloralisé. Pour que l'expérience réussisse, il faut que la chloralisation, par injection intra-veineuse, ne soit pas poussée jusqu'au point où la faradisation de la surface d'un des gyrus sigmoïdes ne produit plus aucun mouvement dans les membres du côté opposé. Lorsqu'on est obligé d'employer des courants faradiques intenses pour obtenir, par l'électrisation de cette région, de faibles mouvements dans les membres, l'expérience peut être tentée et l'on provoquera, à coup sûr, une attaque d'épilepsie, attaque très modifiée d'ailleurs.

» Sur un chien, dans ces conditions, j'ai faradisé, pendant deux ou trois secondes, avec un assez fort courant, la substance blanche sous-corticale, au-dessous de la région cérébro-crurale de l'écorce cérébrale, pendant que l'on prenait un tracé hémodynamométrique de la pression sanguine intra-carotidienne. Quelques instants après que les excitateurs ont été enlevés, on a vu la pression artérielle s'abaisser très notablement pendant quelques secondes; puis elle est remontée à sa hauteur primitive. Les petites collines, qui correspondent sur le tracé aux mouvements du cœur,

---

aussitôt un bouillonnement sur cette surface. Après la première expérience, les parties du cerveau qui avaient subi la congélation étaient devenues livides; les congélations des essais ultérieurs étaient, à la rigueur, inutiles pour produire l'inertie fonctionnelle de la substance grise corticale, car ces parties avaient bien certainement perdu toute vitalité après avoir été soumises une première fois à l'action du jet liquide de chlorure de méthyle sous pression.

[1] Ces résultats expérimentaux, publiés aujourd'hui, ont été communiqués à l'Académie des Sciences dans la séance du 19 avril 1885.

étaient devenues à peine visibles pendant l'abaissement de la pression, puis elles se sont élevées de nouveau, sont devenues bientôt plus saillantes qu'avant l'électrisation et, après cinq ou six secondes, elles ont repris leurs premiers caractères. Au moment où les pulsations du sang carotidien étaient devenues plus fortes, elles étaient aussi un peu moins fréquentes qu'au début du tracé.

» La respiration, après la faradisation, a été, d'une façon passagère, plus fréquente et plus ample.

» Les yeux, qui avaient subi la déviation que détermine toujours la chloralisation chez le chien, ont repris leur situation normale et les pupilles se sont dilatées.

» Il n'y a eu aucun mouvement des membres; au contraire, il s'est produit un tic spasmodique dans les commissures labiales. Il n'y a pas eu la moindre salivation.

» En somme, les symptômes d'attaque épileptiforme se sont réduits, chez ce chien, à des modifications des mouvements du cœur, de ceux de la respiration, à des phénomènes oculo-pupillaires et à de la chorée rhythmique de certains muscles de la face. Je ne parle pas de troubles vaso-moteurs, bien qu'il y ait eu un abaissement de la pression intra-artérielle dans les premiers moments de l'attaque, parce que cette dépression a eu pour cause évidente l'affaiblissement considérable des mouvements cardiaques et non pas une modification de l'action des nerfs vaso-moteurs. L'attaque ainsi modifiée a été notablement plus courte que celles qui ont lieu dans les conditions ordinaires, car elle n'a duré qu'une vingtaine de secondes.

» Deux autres expériences du même genre m'ont donné, d'une façon générale, les mêmes résultats. Toutefois, dans ces deux cas, je n'ai pas observé de mouvements de la face; les phénomènes oculo-pupillaires ont été peu marqués et l'abaissement de la pression, pendant l'attaque, a été moins considérable que dans la première expérience. Ce sont là des différences qui dépendent du degré de la chloralisation. Si la chloralisation est assez profonde pour qu'il y ait menace d'une syncope cardiaque, la faradisation des régions excito-motrices du cerveau proprement dit ne produit plus aucun effet analogue, ni sur le cœur, ni sur la respiration.

» III. *Influence des attaques épileptiques produites par électrisation du cerveau proprement dit sur la température rectale.* — J'ai étudié cette influence chez des animaux non curarisés et non anesthésiés, chez des animaux curarisés et chez des animaux chloralisés ou morphinisés.

» Je me bornerai à consigner ici les résultats de ces expériences faites avec le même thermomètre, introduit dans le rectum jusqu'à la même profondeur, sur des chiens de même taille ou à peu près.

a. Sur un chien *non curarisé et non anesthésié*, la température rectale, qui était de 39°, 2 C. avant l'attaque, est montée rapidement à 39°,3 après l'attaque, puis est redescendue à 39°,2. Même résultat à la suite d'une autre attaque.

» *b.* Ce même chien est *chloralisé* par injection intra-veineuse de chloral hydraté. La température rectale s'abaisse en peu de temps à 37°, 6 C. A ce moment, elle ne descend plus que très lentement. On provoque une attaque épileptiforme (modifiée par le chloral). Pendant et après cette attaque, la température s'abaisse rapidement, de 0°, 02 en une minute.

» L'expérience répétée deux fois donne le même résultat : il y a, sous l'influence de l'attaque, un abaissement rapide de plus de 0°,01, et il n'y a ensuite aucune tendance à une élévation thermique [1].

» *c.* Chien *curarisé*. — Avant l'attaque épileptique interne provoquée par l'électrisation de la région excito-motrice du cerveau proprement dit, la température rectale est de 37°,10. Après l'attaque, la température rectale s'abaisse à 37° et remonte ensuite à 37°,08. D'autres attaques provoquées agissent dans le même sens sur la température rectale.

» *d.* Chien *morphinisé* par injection d'une solution aqueuse de 0^{gr},05 de chlorhydrate de morphine dans la veine saphène. Les attaques épileptiformes provoquées déterminent une élévation de la température rectale, de 0°,02 à 0°,13.

» On voit par ces expériences que les attaques épileptiques, provoquées par faradisation des régions excito-motrices du cerveau proprement dit, déterminent une augmentation de la température rectale, lorsqu'elles donnent lieu à des convulsions des muscles de la vie animale (chiens non curarisés et non anesthésiés, ou chiens morphinisés), et qu'elles ont pour conséquence un abaissement de cette température, lorsqu'elles évoluent exclusivement dans le domaine de la vie organique (chiens curarisés ou chloralisés). Les actions vaso-constrictives, produites par les attaques chez

---

(1) Chez un animal chloralisé, la température rectale s'abaisse progressivement pendant toute la durée de la chloralisation. Je n'ai admis un abaissement thermique produit par l'attaque modifiée d'épilepsie, dans ces conditions, que parce que, pendant cette attaque et les instants qui la suivent, la température rectale baisse beaucoup plus rapidement qu'auparavant.

les animaux curarisés, l'affaiblissement passager des mouvements du cœur, qui a lieu sous cette même influence chez les animaux chloralisés, paraissent être les causes principales de cet abaissement thermique.

» IV. *Durée de l'excitabilité cérébrale après la mort.* — Les parties postérieures du cerveau avaient été mises à découvert largement sur un chien légèrement morphinisé. Une hémorrhagie extrêmement abondante, et qu'on eut la plus grande peine à arrêter, causa en peu de minutes un tel affaiblissement que la mort était imminente. On se hâta d'agrandir l'ouverture du crâne, du côté gauche, pour mettre le gyrus sigmoïde à découvert. Avant la fin de cette opération, le cœur s'arrêta et les mouvements réflexes des paupières cessèrent aussitôt. On put faradiser la surface et les profondeurs du gyrus sigmoïde, moins d'une minute après le dernier mouvement du cœur. Avec un courant d'une très grande intensité, on n'obtenait plus le moindre mouvement des membres ni d'un côté ni de l'autre. Au contraire, même avec un courant moins fort, en électrisant ces parties du cerveau proprement dit, on provoquait d'assez fortes contractions de la moitié correspondante de la face, du temporal et du masséter, même des muscles du cou et, en outre, quelques légers mouvements de la face du côté droit. Il suffisait de diminuer encore un peu la force du courant pour limiter les effets dans le côté gauche de la face. Il n'y avait aucune modification des pupilles. Ces diverses constatations avaient été faites coup sur coup, très rapidement, en une minute au plus. Elles prouvent nettement que le cerveau avait perdu toute excitabilité motrice : les contractions observées étaient dues uniquement à une propagation physique des courants de proche en proche, des points électrisés aux nerfs et aux muscles les plus voisins. Un quart d'heure après la mort, on obtenait encore des effets de ce genre, à l'aide d'un fort courant.

» Cette expérience confirme toutes celles qui prouvent que, chez les mammifères supérieurs, dans les conditions ordinaires, la substance du cerveau proprement dit perd son excitabilité motrice aussitôt que la circulation a complètement cessé dans les centres nerveux. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'observatoire de Marseille* (¹); par M. E. STEPHAN.

Numéros d'ordre.	POSITION MOYENNE POUR 1885,0. Ascension droite.	Distance pôl. nord.	Époque de l'observation.	DESCRIPTION SOMMAIRE.
	h m s	° ′ ″		
51..	9.39.40,33	84.31.49,7	1884,2	Excessivement excess. faible; petite; irrégulière; enveloppe plusieurs très petites étoiles.
52..	9.42. 1,67	95.54.20,1	1885,2	Excessivement excess. faible; petite; irrégulièrement ronde; un peu de condensation centrale; semble résoluble.
53..	9.46.41,77	70. 1.40,8	1884,2	Très faible; excess. petite; condensation centrale; semble résoluble.
54..	9.58.18,15	95.54.11,7	1884,2	Faible; irrégulièrem. arrondie; diam. = 20″ environ; semble résoluble.
55..	10. 0.29,46	56.24.44,8	1884,2	Petit groupe de très petites étoiles enveloppé d'une nébulosité excessivement faible.
56..	10. 7.47,73	86. 0.26,6	1884,2	Brillante; petite; ronde; belle condensation centrale.
57..	10. 8.17,23	85.57.53,7	1884,2	Brillante; petite; ronde; assez belle condens. un peu excentriq. vers SE.
58..	10.15. 0,43	69.46.12,5	1883,2	Très faible; ronde; diam. = 20″ environ; très peu de condensation; semble résoluble.
59..	10.46.43,91	55.28.42,4	1884,2	Faible; très petite; ronde; forte condens. centrale; semble résoluble.
60..	11. 3.35,97	52.25.50,1	1884,2	Excessivement faible; petite; irrégulièrement arrondie; un peu de condensation; semble résoluble.
61..	11. 3.53,19	52.24.40,8	1884,4	Excessivement faible; petite; irrégulièrement arrondie; un peu de condensation; semble résoluble.
62..	11.30.28,60	67.46. 4,2	1884,2	Faible; petite; ronde; condensation centrale.
63..	11.38.52,48	69.49.50,6	1884,2	Excessivement faible et petite; un très petit point brillant central.
64..	11.38.54,44	69.54.29,8	1884,2	Excessivement faible; très petite; ronde; un peu de condensation centrale; semble résoluble.
65..	11.39.18,24	69.58.14,5	1884,2	Excessivement excessiv. faible; excessiv. petite; ronde.
66..	11.39.31,89	69.57.44,0	1884,2	Très faible; petite; irrégulièrement arrondie; condensation centrale; point brillant central.
67..	11.39.32,75	69.55. 3,9	1884,2	Très faible; très petite; ronde; condensation centrale et petit point brillant central.
68..	12.16.51,19	80. 1.42,5	1884,2	Excessivement faible et petite; effilée de ESE à ONO; deux très petits points brillants.
69..	12.18.30,75	80. 4. 5,7	1884,2	Étoile de 13ᵉ grandeur entourée d'une très faible et très petite nébul.
70..	12.23.40,44	80.36.16,9	1884,3	Fuseau dirigé de NNE à SSO, longueur = 1′,25 environ; assez faible; légère condensation un peu excentrique vers le Sud.
71..	14. 7.37,70	58.36.12,4	1883,3	Très faible; très petite; ronde; légèrement condensée vers le centre; très petit point brillant central; peut-être petit amas central.
72..	14.10. 7,78	75.10.53,0	1883,3	Assez faible; assez petite; irrégulièrement arrondie; un peu de condensation centrale avec quelques points brillants au centre.
73..	14.14.46,80	53.19.45,4	1883,4	Excessivement excess. faible; très petite; un point brillant.
74..	14.16. 2,0	65.59. 9	1883,3	Très petite étoile entourée d'une nébul. très faible, très petite, ronde.
75..	14.23. 2,60	71.33.32,5	1883,3	Petit noyau de 14ᵉ grandeur entouré d'une nébulosité assez faible, petite, ronde, graduellement condensée vers le centre.
76..	14.31.17,77	59.35.24,4	1883,4	Petit noyau de 15ᵉ grandeur entouré d'une nébulosité excessiv. faible, excess. petite; ronde; graduellement condensée vers le centre.
77..	14.32.31,35	86. 5.26,8	1883,4	Assez brillante; excessiv. petite; ronde; condens. graduelle centrale.
78..	14.33.46,07	59. 2. 9,8	1883,4	Excess. faible; très petite; ronde; très légèrement cond. vers le centre.

(¹) Voir *Comptes rendus* de la séance du 20 avril, p. 1043.

Numéros d'ordre.	POSITION MOYENNE POUR 1885,0. Ascension droite. h m s	Distance pol. nord. ° ′ ″	Époque de l'observation.	DESCRIPTION SOMMAIRE.
79..	14.33.53,58	59. 3.34,2	1883,4	Excessivement faible; petite; irrégulière; allongée de E à O.
80..	14.33.56,02	90.13.30,5	1884,4	Excessivement excessiv. faible; étendue; ovoïde.
81..	14.51.59,22	81.15. 2,9	1884,4	Excessiv. excess. faible; très petite; irrégulièrement arrondie; un peu de condensation centrale.
82..	15.25.43,43	46.49.42,4	1884,5	Très faible; assez petite; vaporeuse; un point brillant.
83..	15.26.36,13	46.53.27,9	1884,5	Très faible; petite; vaporeuse.
84..	15.56.42,01	71.43.16,1	1884,5	Assez faible; très petite; ronde; condensation centrale.
85..	16. 1.18,33	69.54.40,7	1884,5	Excessivement excessiv. faible; ronde; très peu de condens. centrale; semble résoluble.
86..	16.26.14,47	91.14.37,3	1884,5	Très faible; excessiv. excess. petite; ronde; condensation centrale.
87..	17.55.14,90	61. 7.44,6	1884,5	Deux très petites étoiles très voisines, enveloppées d'une très faible et très petite nébulosité.
88..	18.11.12,78	46.46. 9,4	1883,6	Très faible; petite; ronde; graduellement condensée vers le centre; enveloppe un très petit point brillant.
89..	18.23.59,22	55.46.18,4	1884,6	Très faible nébulosité; ronde; diam. = 0′,5 environ; très légèrement condensée vers le centre; enveloppe plusieurs très petits points brill.
90..	18.29.53.18	58. 1.31,5	1883,6	Petite étoile entourée d'une nébulosité très faible, très petite; condensée graduellement vers l'étoile; un peu allongée du Nord au Sud.
91..	18.37.33,51	55.15.58,5	1883,6	Très faible et très petite nébulosité; un peu irrégulièrement allongée de l'Est à l'Ouest; enveloppe plusieurs très petites étoiles.
92..	18.38.57,63	49.44.51,1	1884,6	Excessivement faible; petite; irrégulière; un peu allongée de N à S; très peu de condensation.
93..	20.42.21,88	98.47. 3,8	1883,6	Faible; petite; ronde; condensation graduelle centrale et point brillant un peu excentrique.
94..	22.36.40,29	59.53.36,3	1883,8	Excessivement excessiv. faible; modérément étendue; arrondie; légère condensation graduelle centrale; pas de point brillant; touche au SE une étoile 13ᵉ-14ᵉ.
95..	22.37. 0,88	60.25.48,9	1883,7	Très faible; excess. petite; paraît envelopper une très petite étoile.
96..	23.28.17,24	65.41.21,6	1883,7	Excessiv. faible; excessiv. excess. petite; ronde; très petit noyau.
97..	23.34.47,96	61.26.55,5	1883,8	Excessiv. faible; petite; irrégulièrement allongée de SSO à NNE. Très petit point brillant excentrique vers le Sud.
98..	23.46.34,34	61.51.57,7	1883,8	Excessiv. faible; irrégulièrement ovale; grand diam. de ENE à SSO = 1′ environ; très peu de condensation graduelle centrale; on soupçonne quelques points très faibles.
99..	23.49.22,43	68.52.45,0	1883,7	Très faible; excessiv. excess. petite; centre un peu plus brillant; peut-être amas minuscule.
100..	23.49.30,31	69. 3. 7,2	1883,7	Assez faible; assez petite; ovoïde; enveloppe plusieurs points lumineux; semble résoluble.

Remarques.

N° 54. — Probablement la même que 2011 J.-F.-W. Herschel. Les différences de position sont : Hers.-Steph. $\left\{\begin{array}{l}\text{en Æ} + 2^{m}23^{s}\\ \text{en } \mathcal{P} + 4'22''\end{array}\right.$.

N° 56. — Les nébuleuses n° 56 et n° 57 sont les mêmes que 2037 et 2038 J.-F.-W. Herschel. Elles sont données ici, parce que l'on a trouvé une divergence dans les situations relatives de ces nébuleuses : d'après le Catalogue, 2038 — 2037 = $\left\{\begin{array}{l}\text{en Æ} + 0^{m}14^{s},2\\ \text{en } \mathcal{P} - 3'22,0''\end{array}\right.$, d'après mes observations, 57 — 56 = $\left\{\begin{array}{l}\text{en Æ} + 0^{m}29^{s},5\\ \text{en } \mathcal{P} - 2'32,9''\end{array}\right.$.

N° 60. — La nébuleuse n° 60 est notablement plus faible que la nébuleuse n° 61.

N° 62. — Est bien distincte de 2464 J.-F.-W. Herschel.

N° 63. — Est un peu plus petite que la nébuleuse n° 64; mais le point central est un peu moins faible. Les cinq nébuleuses de 63 à 67 se rangent comme il suit d'après l'ordre d'éclat décroissant : 66, 67, 63, 64, 65.

N° 70. — Est la même que 3019 J.-F.-W. Herschel. La position du Catalogue est erronée de 5′ en ℗.

N° 78. — Est plus faible que la nébuleuse n° 79.

N° 80. — Observation pénible à cause de l'extrême faiblesse de la nébuleuse. Le ciel paraît nébuleux tout autour de la nébuleuse sur une grande étendue, surtout au Nord. Cette remarque a été faite le 2 juin 1883 et le 17 mai 1884.

N° 83. — Plus faible et plus petite que la nébuleuse n° 82.

N° 89. — Est distincte de 5917 Dreyer-Stephan.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1885, 0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		e	h m s	° ′ ″	
51.......	888 Weisse (a. c.) H. IX.	9	9.42. 9,96	84.30.33,4	Cat. W.
52.......	841 Weisse (a. c.) H. IX.	9	9.40. 0,74	96. 1. 5,1	Cat. W
53.......	1014 Weisse (n. c.) H. IX.	9	9.49.25,98	69.53.53,5	Cat. W.
54.......	1193 Weisse (a. c.) H. IX.	9	9.56.58,08	95.55.58,2	Cat. W.
55.......	1134 Weisse (n. c.) H. IX.	9	9.55.21,38	56.24.38,7	Cat. W.
56.......	163 Weisse (a. c.) H. X.	9	10.11.45,96	85.58. 2,4	Cat. W.
57.......	163 Weisse (a. c.) H. X.	9	10.11.45,96	85.58. 2,4	Cat. W.
58.......	318 Weisse (n. c.) H. X.	9	10.17.38,47	69.50. 2,2	Cat. W.
59.......	953-954 Weisse (n. c.) H. X.	6,7	10.48.34,68	55.21. 3,5	Cat. W.
60.......	59 Weisse (n. c.) H. XI.	8	11. 5.56,19	52.28.58,5	Cat. W.
61.......	59 Weisse (n. c.) H. XI.	8.	11. 5.56,19	52.28.58,5	Cat. W.
62.......	482 Weisse (n. c.) H. XI.	8,9	11.27.19,88	67.47.14,6	Cat. W.
63.......	734 Weisse (n. c.) H. XI.	8	11.39. 4,11	69.51.44,3	Cat. W.
64.......	734 Weisse (n. c.) H. XI.	8	11.39. 4,11	69.51.44,3	Cat. W.
65.......	734 Weisse (n. c.) H. XI.	8	11.39. 4,11	69.51.44,3	Cat. W
66.......	734 Weisse (n. c.) H. XI.	8	11.39. 4,11	69.51.44,3	Cat. W.
67.......	734 Weisse (n. c.) H. XI.	9	11.39. 4,11	69.51.44,3	Cat. W.
68.......	338 Weisse (a. c.) H. XII.	9	12.22. 9,10	80. 0.33,8	Cat. W.
69.......	338 Weisse (a. c.) H. XII.	9	12.22. 9,10	80. 0.33,8	Cat. W.
70.......	399 Weisse (a. c.) H. XII.	9	12.25.33,27	80.31.42,1	Cat. W.
71.......	1325 Weisse (n. c.) H. XIII.	8	14. 1.20,14	58.35.50,4	Cat. W.
72.......	105 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	14. 6.59,01	75. 9. 2,9	Cat. W.
73.......	350 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	14.17.26,29	53.20.20,1	Cat. W.
74.......	2719 Arg. Z + 24°	8,0	14.14.26,1	65.57.34	Cat. Arg.
75.......	651 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	14.32.30,63	71.29.36,3	Cat. W.
76.......	678-679 Weisse (n. c.) H. XIV.	8,7	14.33.43,43	59.29.17,9	Cat. W.
77.......	550 Weisse (a. c.) H. XIV.	9	14.31.38,87	86. 5.16,5	Cat. W.
78.......	714-715 Weisse (n. c.) H. XIV.	8	14.35.21,45	59. 3.34,7	Cat. W.
79.......	714-713 Weisse (n. c.) H. XIV.	8	14.35.21,45	59. 3.34,7	Cat. W.
80.......	581 Weisse (a. c.) H. XIV.	9	14.33.18,99	90.17.15,3	Cat. W.
81.......	992 Weisse (a. c.) H. XIV.	9	14.54.24,83	81.18.47,3	Cat. W.
82.......	822 Weisse (n. c.) H. XV.	9	15.34.57,88	46.53.44,1	Cat. W.
83.......	822 Weisse (n. c.) H. XV.	9	15.34.57,88	46.53.44,1	Cat. W.
84.......	1474 Weisse (a. c.) H. XV.	9	15.59.32,23	71.36.11,0	Cat. W.
85.......	29358 Lalande	8,6	16. 1. 5,54	69.58.11,0	Cat. L.
86.......	156 Weisse (a. c.) H. XVI.	7	16.10.24,05	91.21.48,6	Cat. W.
87.......	1784 Weisse (n. c.) H. XVII.	9	17.57.12,42	61.10.36,0	Cat. W.
88.......	276-77-78 Weisse (n. c.) H. XVIII.	8	18.10.35,48	46.44.51,8	Cat. W.
89.......	548 Weisse (n. c.) H. XVIII.	8	18.20.15,98	55.47.49,0	Cat. W.
90.......	884-885 Weisse (n. c.) H. XVIII.	9	18.31. 0,38	58. 6.45,2	Cat. W.
91.......	1117 Weisse (n. c.) H. XVIII.	7	18.37.59,43	55.21.53,6.	Cat. W.
92.......	1233 Weisse (n. c.) H. XVIII.	9	18.41.17,63	49.48.45,6	Cat. W.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1885,0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		e	h m s	° ′ ″	
93.......	934 Weisse (a. c.) H. XX.	8	20.38.14,03	98.50.33,8	Cat. W.
94.......	960 Weisse (n. c.) H. XXII.	8,9	22.42.37,79	59.58.51,3	Cat. W.
95.......	7 Pégase	3	22.37.36,65	60.22.47,9	*Connaiss. des Temps.*
96.......	656 Weisse (n. c.) H. XXIII.	8,9	23.31.48,05	65.47. 6,4	Cat. W.
97.......	46509 Lalande	7,5	23.38.13,41	61.20.29,0	Cat. L.
98.......	980 Weisse (n. c.) H XXIII.	8,9	33.47.50,41	61.49.56,3	Cat. W.
99.......	960 Weisse (n. c.) H. XXIII.	7,8	23.46.49,63	68.53.48,3	Cat. W.
100.......	976 Weisse (n. c.) H. XXIII.	9	23.47.23,04	69. 1.55,7	Cat. W.

GÉOLOGIE. — *Sondage de Ricard à la Grand'Combe (Gard).* Note de M. Grand'Eury.

« Le sondage de Ricard a été commencé et repris à la suite des indications fournies par les plantes fossiles.

» Dans le vallat de la Grand'Combe, où passe un accident peu connu, affleurent des couches de houille très différentes : d'un côté, les couches de Sainte-Barbe et, de l'autre, les couches de la Grand'Combe. Avant de rechercher les unes sous les autres, il y avait lieu de déterminer le niveau relatif des deux séries.

» M. Zeiller, ingénieur en chef des mines, ayant reconnu, comme moi (*Flore carb.*, p. 542), que les fossiles de Sainte-Barbe sont dans l'ensemble plus anciens que ceux de la Grand'Combe, a conseillé le sondage de Ricard au mur des couches de la Grand'Combe. Mais on ne s'attendait pas à traverser un puissant étage stérile, et la recherche fut arrêtée à la profondeur de 400^m, dans un terrain laissant peu d'espoir de trouver la houille.

» Chargé, quelque temps après, par les Compagnies houillères de faire, sous l'initiative de M. Parran, une étude générale du bassin houiller du Gard, au moyen des plantes fossiles, je ne tardai pas à constater que les couches de Sainte-Barbe renferment les mêmes fossiles végétaux que les couches de Bessèges, et, d'un autre côté, que les couches de la Grand'-Combe appartiennent au même étage que celles de Gagnières.

» Or il existe entre la série de Bessèges et les couches de Gagnières un puissant étage absolument stérile, de 600^m d'épaisseur environ. D'où je conclus que le sondage de Ricard avait été abandonné dans l'épaisseur de cet étage. La Compagnie des mines de la Grand'Combe, confiante dans les données de la Paléontologie, reprit alors ce sondage, et, sans se lasser,

elle l'a continué à travers plus de 700^{m} de terrain stérile. La sonde a enfin trouvé, à 731^{m}, une première couche de charbon de 4^{m},80 d'épaisseur.

» Les raisons sur lesquelles je me suis fondé pour établir que les couches de Sainte-Barbe sont inférieures à celles de la Grand'Combe sont les suivantes :

» La principale consiste dans l'analogie de composition de la flore fossile de Sainte-Barbe avec celle de Rive-de-Gier (Loire), et la ressemblance frappante des fossiles des couches supérieures de la Grand'Combe avec ceux de Saint-Étienne.

» Si l'on passe en revue les espèces marquantes de Sainte-Barbe et de la Grand'Combe, on remarque que les premières sont, dans l'ordre du développement botanique, plus anciennes que les secondes.

» Ainsi à Bessèges il y a, comme à la base du terrain houiller supérieur, une grande variété et abondance de *Pecopteris* névroptéroïdes et trigonoptérides; les *Pecopteris arborescens, pteroïdes, polymorpha, Lamuriana, abbreviata* sont répandus. Les *Odontopteris, Sphenopteris, Calamites, Asterophyllites* sont plus analogues aux espèces de Zwickau (Saxe) qu'à celles d'aucun autre petit dépôt houiller supérieur plus récent d'Allemagne. Les *Sigillaria* cannelées sont fréquentes, et plusieurs d'entre elles commencent dans le terrain houiller moyen du nord de la France. Il y a un certain nombre d'espèces communes avec l'Amérique, et il est à faire remarquer que dans le nouveau continent elles gisent principalement dans le terrain houiller supra-moyen de Mazon-Creek, de Rhode-Island, etc.; les *Nevropteris*, en particulier, sont des deux côtés de l'Atlantique autant que possible les mêmes. Bref, l'ensemble des plantes fossiles concourent à assigner aux couches de Sainte-Barbe une place à la base du terrain houiller supérieur.

» Tandis qu'à la Grand'Combe, s'il y a encore quelques espèces anciennes pour le Gard, telles que *Pecopteris arborescens, Sphenophyllum Schlotheimii, Sigillaria elliptica*, etc., c'est avec un nombre croissant d'espèces plus récentes, qui arrivent à régner dans les couches supérieures de Champclauson : là, dominent, en effet, les *Pecopteris Cyathea, hemitelioides, unita, arguta, Biotiti; Odontopteris Reichiana, Brardii, obtusiloba, Dyctyopteris Schutzei, Tæniopteris jejunata; Sphenophyllum oblongifolium; Asterophyllites densifolius; Calamites cruciatus; Sigillaria lepidodendrifolia, spinulosa, Grasiana*, sans espèces costulées; beaucoup de *Cordaites*, dont *C. lingulatus, angulosostriatus; Poa-Cordaites linearis*, etc.; en un mot, une combinaison

d'espèces qui ne laisse pas de doute sur l'âge plus récent de la série de la Grand'Combe par rapport au faisceau de Sainte-Barbe.

» Il n'y a, d'ailleurs, qu'un très petit nombre d'espèces communes aux deux systèmes de couches : les fossiles qui abondent d'un côté manquent de l'autre; ainsi, à Sainte-Barbe, nombreux *Pecopteris Lamuriana*, absent à Champclauson où abonde le *Pecopteris Cyathea*, inconnu à Sainte-Barbe. Ici il n'y a aucune espèce du genre *Alethopteris*, très répandu de l'autre côté; *Sphenophyllum Schlotheimii*, à Sainte-Barbe, *Sphenophyllum oblongifolium*, à Champclauson; *Cordaites*, rares à Sainte-Barbe, et partout abondants à la Grand'Combe, etc.

» Il ne saurait donc exister aucun parallélisme entre les couches de Sainte-Barbe et celles de la Grand'Combe, et, comme les premières sont incontestablement les plus anciennes, elles doivent se trouver au-dessous des deuxièmes.

» Le sondage de Ricard vient de confirmer, par ce fait, cette thèse, développée dans un Mémoire rédigé pour les Compagnies houillères du Gard. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Bentham*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41, M. Agardh obtient 41 suffrages.

M. **Agardh**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1885.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lallemand : MM. Vulpian, Gosselin, Charcot, P. Bert et Richet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Ch. Robin.

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*) : MM. Vulpian, Gosselin,

Charcot, P. Bert et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et de Lacaze-Duthiers.

Prix Lacaze (*Physiologie*) : MM. Bouley, Fremy et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Van Tieghem et Boussingault.

Prix Gay (*Mesure de l'intensité de la pesanteur par le pendule*) : MM. Fizeau, Becquerel, Cornu, Tisserand et Mascart réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Desains.

Prix Montyon (*Arts insalubres*) : MM. Peligot, Schlœsing, Boussingault, Bouley et de Freycinet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Fremy.

Prix Cuvier : MM. H.-Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Daubrée et Gaudry réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Hébert et A.-Milne Edwards.

Prix Trémont : MM. Tresca, Becquerel, Bertrand, Bouley et Jamin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Phillips et Resal.

RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relations entre les phénomènes présentés par le tremblement de terre de l'Andalousie et la constitution géologique de la région qui en a été le siège.* Rapport de M. **Fouqué** (¹).

« Les Communications récemment lues à l'Académie par MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand et Barrois complètent ce que l'on savait déjà sur la géologie de l'Andalousie, grâce aux travaux antérieurs de MM. de Verneuil, de Botella, Mac Pherson, de Orueta et Gonzalo y Tarin. Ces recher-

---

(¹) Voir *Compte rendu* de la séance du 20 avril 1885, p. 1049.

ches diverses établissent que non seulement le sol de l'Andalousie est traversé de failles nombreuses, mais encore elles montrent la distribution de ces failles et l'âge des différentes périodes géologiques pendant lesquelles elles se sont produites. Ces détails techniques étaient nécessaires pour servir de base aux considérations qui vont suivre :

» 1° La position de l'épicentre du tremblement de terre coïncide d'une façon très remarquable avec une crête montagneuse dont le versant méridional, abrupt et faillé, est principalement composé de terrains cristallophylliens, tandis que le versant septentrional, plus adouci, est surtout formé par des plis de refoulement du jurassique et du néocomien. Cette crête s'infléchit brusquement en deux points, de manière que sa partie moyenne offre une direction très différente de celle de ses deux parties terminales. La bande occidentale s'étend du sud-ouest au nord-est de Burgo à Chorro, la bande médiane est allongée de l'est à l'ouest de Chorro à Zafarraya, enfin cette séparation géologique perd son caractère montagneux et constitue une bande orientale qui reprend la direction nord-est en allant rejoindre le pied septentrional de la sierra Nevada.

» Le terrain, sur ce long espace, est donc plissé suivant une ligne brisée en forme de baïonnette. Du point de cassure situé près de Zafarraya part la sierra Tejeda qui, prenant une direction très différente des précédentes, s'allonge au sud-est en se prolongeant vers la mer. Or, le milieu de l'épicentre, le nœud, pour ainsi dire, du tremblement de terre siège précisément en ce lieu. L'épicentre est à cheval sur la bande médiane de Chorro à Zafarraya, sur le rameau oriental et sur la sierra Tejeda. Il correspond donc à un étoilement de fractures profondes, et de plus il est dirigé comme l'un des faisceaux principaux de ces fentes, c'est-à-dire est-ouest.

» Cette relation si frappante ressort particulièrement des faits consignés dans les Notices de MM. Michel Lévy et Barrois. Elle constitue un fait indéniable et qui mérite au plus haut degré d'appeler l'attention.

» Le rôle de la constitution du terrain sur le mode de propagation de l'ébranlement, indépendamment de celui qu'il a pu remplir relativement à sa cause, se dégage encore plus nettement des travaux géologiques des membres de la Mission.

» Les grands massifs montagneux situés en dehors de l'épicentre, la sierra Nevada et la sierra de Ronda, ont arrêté presque brusquement les mouvements ondulatoires ou les ont déviés. C'est ainsi que les ondes vibratoires, arrivant obliquement à la sierra de Ronda, ont glissé à son pied le long de la côte, sans presque se faire sentir dans l'intérieur de la chaîne.

La sierra Nevada, recevant les secousses plus normalement, semble même les avoir refoulées à son pied occidental avec aggravation locale des effets destructeurs. A une plus grande distance vers le nord, la sierra Morena a produit un effet analogue, quoique moins accentué. Mais, ainsi que le fait très bien remarquer M. Marcel Bertrand, ces amas montagneux ont agi surtout par leur masse, au moins autant comme accidents topographiques que comme agents géologiques. Dans les terrains régulièrement stratifiés, les ébranlements ont manifesté une tendance marquée à suivre la direction des strates en conservant leur intensité, alors qu'ils s'affaiblissaient rapidement dans la direction perpendiculaire à celle-ci. Enfin, les failles ont agi également comme causes d'affaiblissement ou de déviation des mouvements, mais, la plupart d'entre elles étant parallèles à la direction des couches, leur action s'est confondue avec celle de la schistosité.

» *Détermination de la profondeur du centre d'ébranlement.* — Pour résoudre cette importante question, deux procédés sont actuellement en usage. Le plus anciennement connu est dû à R. Mallet et a été appliqué par ce savant à l'étude du tremblement de terre qui désola la Calabre en 1857. Il s'appuie sur l'observation des fentes qui se voient soit à la surface du sol, soit dans les murs des édifices. L'auteur admet que la propagation des secousses amène des mouvements de va-et-vient dans la direction qu'elles suivent, et que, par suite, il en résulte des crevasses tangentes en chaque point à la surface de l'onde séismique. Il en conclut que le lieu des points de rencontre des normales aux fentes doit faire connaître la position du centre d'ébranlement.

» Les défectuosités de ce procédé sont manifestes. Il n'est guère applicable qu'à l'observation des fentes des édifices et mille causes locales accidentelles l'entachent d'erreur. Dans le récent tremblement de terre des l'Andalousie nous avons constaté que l'orientation et l'inclinaison de crevasses résultaient, dans la presque totalité des cas, de circonstances spéciales tenant à la nature et à la disposition des constructions. Dans les cas les plus favorables, tels que ceux, par exemple, qui ont été fournis par l'examen des édifices de la ville de Malaga, les données fournies par ce procédé étaient tellement incertaines que nous n'avons osé en tirer aucune déduction.

» Un second procédé est fondé sur l'observation de l'heure de l'arrivée d'une même secousse en différents points. Il a été appliqué par von Seebach en 1872, à l'étude d'un tremblement de terre survenu dans l'Allemagne centrale, et plus récemment par von Lasaulx, à la détermination du centre

d'ébranlement du tremblement de terre de Herzogenrath, le 22 octobre 1873. Théoriquement, cette méthode est excellente. Appliquée avec précision à un nombre de points suffisant, elle conduit à la détermination des intersections successives de l'onde avec la surface du sol, et l'installation de nombreux appareils enregistreurs, dans les régions fréquemment éprouvées par les tremblements de terre, permet d'espérer pour l'avenir de bons résultats de son emploi. Mais, dans le cas qui nous intéresse, l'incertitude des données horaires l'a rendue inefficace. Le fait que nous avons cité de la transmission du mouvement de Velez-Malaga à Malaga, dans un laps de temps connu, ne suffit pas à lui seul pour permettre de tirer sûrement parti de ce procédé. En admettant que la secousse s'est fait sentir simultanément en tous les points de l'épicentre et que l'intervalle de temps qu'a duré la transmission de mouvement de Velez-Malaga à Malaga est réellement de six secondes, on trouve une vitesse de propagation superficielle très considérable, dépassant 3000 mètres à la seconde et indiquant un centre d'ébranlement très profond.

» Ne pouvant utiliser les procédés connus pour la détermination de la profondeur du centre d'ébranlement, nous avons imaginé une méthode nouvelle fondée sur l'observation du temps qui s'écoule, en un même point, entre le moment de l'arrivée du son et celui de la secousse consécutive. Chaque ébranlement souterrain produit des vibrations longitudinales, qui progressent rapidement et se transmettent à de grandes distances (Greenwich et Wilhemshafen), et des vibrations transversales qui se propagent plus lentement et s'éteignent relativement très vite. Les premières sont celles qui déterminent le commencement du son, les secondes sont essentiellement la cause des destructions [1]. Les observations citées de Greenwich et de Wilhemshafen donnent 1600^{m} [2] pour la vitesse de propagation V des vibrations longitudinales, et la théorie analytique complétée par les expériences de M. Cornu permet d'en déduire, pour la valeur v des vibrations transversales, une valeur de 923^{m}.

---

(1) C'est Poisson qui le premier a fait cette distinction des deux sortes de vibrations, en désignant les premières sous le nom de *vibrations avec condensation* et les secondes sous le nom de *vibrations sans condensation*.

(2) Ce chiffre de 1600^{m} est obtenu en prenant la différence des distances des deux observatoires à l'épicentre et divisant cette différence par le temps employé par les vibrations pour se transporter d'une station à l'autre. On a choisi ces stations lointaines parce que les vibrations se régularisent loin du centre d'ébranlement et que l'influence des vibrations transversales cesse de se faire sentir.

» Soit x la profondeur du centre d'ébranlement. En un point de l'épicentre l'intervalle entre l'arrivée du son et celle de la secousse correspondante étant en moyenne estimée à 5″, on a

$$\frac{x}{v} - \frac{x}{V} = 5'',$$

d'où l'on tire $x = 11^{km}$. Nous sommes en train d'ailleurs en ce moment d'installer des expériences dans le but de contrôler les valeurs de v et de V, et c'est seulement quand les données qui doivent en résulter seront obtenues, que la méthode nouvelle pourra être considérée comme ayant acquis toute sa valeur pratique.

» En attendant déjà, elle mérite d'être recommandée dans l'observation des tremblements de terre à venir, à cause de sa simplicité et de la facilité de sa mise en œuvre. Une montre à secondes est, en effet, le seul instrument nécessaire à son application; en outre, l'opération a l'avantage d'être effectuée séance tenante par un seul observateur et de pouvoir être faite en un point de l'épicentre même.

» *Discussion des théories proposées pour expliquer les tremblements de terre en visant spécialement leur application au tremblement de terre de l'Andalousie.* — Une première théorie est ce que nous appellerons la théorie orogénique. Elle considère les mouvements séismiques comme une manifestation actuelle des agents qui ont présidé à la formation des montagnes. L'écorce terrestre, par suite du refroidissement lent mais incessant du globe, serait dans un état de tension permanent; et, de temps en temps, suivant les lignes de tension maxima, l'équilibre se rompant brusquement, la rupture amènerait des secousses de tremblement de terre.

» Malgré la faveur dont cette théorie jouit auprès de beaucoup de géologues français et étrangers, nous ne pouvons l'admettre en aucune façon pour le cas particulier qui nous intéresse. Les déplacements de masses solides qu'elle suppose dans l'épaisseur de l'écorce terrestre ne se sont pas manifestés à l'extérieur. Des plissements profonds devraient se traduire au dehors par des changements orographiques, et rien de pareil n'a eu lieu. Dans une région sillonnée de failles anciennes comme l'Andalousie, ces failles devraient jouer, et les compartiments intercalés subir des dénivellations sensibles. Or, l'observation démontre qu'aucun phénomène de ce genre ne s'est produit; les fentes observées sont peu profondes et les déplacements de terrain constatés sont dus à des glissements superficiels.

» Une seconde théorie repose sur la possibilité d'éboulements profonds, produits dans des cavités creusées par des cours d'eau souterrains ou par toute autre cause. Certains tremblements de terre locaux des régions salifères montrent que dans certains cas cette théorie est susceptible d'application. Dans le cas qui nous occupe, elle est appuyée par ce fait que l'épicentre même du tremblement de terre repose sur un bassin orographique sans écoulement apparent. La rivière qui circule dans ce bassin s'y infiltre et disparaît. Notons encore que sur tout le pourtour extérieur du massif sortent des sources abondantes, dont quelques-unes ont produit des dépôts de travertin; les éléments de ce travertin sont évidemment empruntés au calcaire cristallin dans la partie souterraine de leurs cours. Des cavités sous l'épicentre du tremblement de terre sont donc non seulement possibles, mais probables. Cependant, quand on songe quelles devraient être l'étendue de ces cavités et leur profondeur pour qu'un éboulement dont elles seraient le siège produisît la somme de force vive nécessaire à la manifestation séismique observée, on recule devant les conséquences de l'application de cette théorie.

» En effet, si l'on compare le tremblement de terre de l'Andalousie à celui que produisit, il y a une douzaine d'années, l'éboulement des voûtes des cavités de la saline de Varangéville, phénomène considérable dont les effets se firent sentir jusqu'à Nancy, on trouve que le phénomène dynamique devrait être pour l'Andalousie beaucoup plus considérable. Il faudrait supposer la chute d'un cube de roches dépassant toutes les dimensions vraisemblables. Si, d'ailleurs, on admet la transmission des pressions dans les solides, l'existence même de cavités si vastes à de si grandes profondeurs devient tout à fait impossible.

» Des considérations analogues nous font rejeter l'hypothèse d'un gigantesque coup de bélier, causé par l'arrêt brusque d'un cours d'eau souterrain.

» Enfin, il nous reste à considérer les théories dites volcaniques, basées sur l'hypothèse d'un développement brusque de vapeur d'eau à très haute température. Ces théories trouvent leur application dans les tremblements de terre qui précèdent, accompagnent ou suivent les éruptions des volcans. On peut les classer en deux catégories. Les unes, ne tenant aucun compte de la chaleur centrale, font intervenir comme cause de l'échauffement de l'eau l'action de forces physiques de nature mal définie, se développant dans des points limités de l'écorce terrestre : des réactions chimiques, des courants électriques, des transformations locales de pressions en cha-

leur, etc. Les partisans de ce genre de théories désignent les forces qu'ils supposent en jeu sous le nom de *forces géodynamiques*. Ces conceptions, purement hypothétiques, ne nous paraissent justifiées par aucune observation positive. Nous sommes donc amenés à les rejeter malgré la faveur qu'elles ont obtenue auprès de plusieurs savants vulcanologistes italiens, malgré l'appui récent qu'elles viennent de rencontrer près des membres de la Commission espagnole, chargée de l'examen du tremblement de terre de l'Andalousie.

» Des théories plus rationnelles font intervenir la matière ignée sous-jacente à l'écorce terrestre et supposent que profondément des explosions sont produites par le contact accidentel de l'eau avec des masses incandescentes. Toutes ces théories volcaniques s'accordent pour attribuer au siège des explosions une position correspondant à un point faible et déjà disloqué de l'écorce terrestre, et pour admettre la pénétration de la matière incandescente dans les fentes résultant de cette dislocation. Leurs auteurs admettent volontiers l'existence de cavités souterraines permettant la détente des vapeurs explosives. Quelques-uns supposent en outre que la pénétration de la matière ignée dans la croûte solide du globe est intermittente et déterminée par le poids des voussoirs solides reposant sur le magma ramolli par la chaleur centrale.

» Enfin, l'un des membres de la Commission, M. Michel Lévy, pense que le contact entre les roches ignées et les eaux souterraines n'est même pas nécessaire pour expliquer les explosions. D'après lui, le magma fondu contient par lui-même des gaz et des vapeurs avant son injection de bas en haut, et la détente de ces éléments volatils suffit pour produire des explosions considérables, lorsque le magma fondu est brusquement déplacé et subit une brusque diminution de pression.

» Ayant éliminé toutes les autres théories, nous en sommes réduits à accepter les théories volcaniques, en reconnaissant qu'elles ne reçoivent aucune démonstration directe des phénomènes observés en Andalousie. Si la cause du tremblement de terre que nous avons étudié est une éruption volcanique avortée, la profondeur notable que nous croyons devoir attribuer au centre d'ébranlement expliquerait cette absence de phénomènes apparents, justifierait l'extension considérable des secousses et tendrait à prouver qu'une longue suite de siècles encore s'écoulera avant que les explosions se fassent jour à la surface du sol et qu'un volcan s'établisse sur les hauteurs de la chaîne bétique.

» Nous nous faisons un devoir de réitérer nos remerciements aux auto-

rités et aux savants espagnols, qui nous ont prêté le concours le plus bienveillant et le plus efficace. Nous exprimons particulièrement notre gratitude à M. Romero Robledo, ministre de l'Intérieur. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE. — *Sur un instrument analogue au sextant, permettant de prendre directement les angles projetés sur l'horizon*. Note de M. **E.-H. Amagat.**

(Commissaires : MM. Cornu, Perrier, Bouquet de la Grye.)

« Qu'on se figure un sextant dont l'axe optique de la lunette, au lieu d'être oblique sur le miroir fixe, que j'appellerai B, soit normal à celui-ci. Disposons le miroir mobile A de sorte que son axe de rotation coïncide avec l'un de ses bords et coupe l'axe optique; supposons que le miroir B, au lieu d'être fixe, soit mobile autour d'un axe parallèle au plan du cercle gradué et perpendiculaire à l'axe optique; dans ces conditions, l'image doublement réfléchie d'un point quelconque se déplacera dans un plan normal à celui du cercle quand B tournera autour de son axe. Si le cercle est placé horizontalement, on verra successivement défiler verticalement tous les objets d'un même plan vertical.

» Maintenant, supprimons la lunette et remplaçons-la par une simple fente verticale placée entre l'œil et l'axe de rotation de A; supposons, de plus, le miroir B étamé sur toute sa surface. On pourra, en plaçant l'œil à une hauteur convenable devant la fente, regarder directement un objet par-dessus ou par-dessous le miroir B (suivant sa hauteur) et établir la coïncidence, sur un de ses bords horizontaux, avec l'image doublement réfléchie d'un autre objet qui pourra être à une hauteur quelconque, puisque le mouvement de B peut le ramener verticalement à la hauteur voulue. La lecture faite comme au sextant donnera de suite l'angle des deux objets projeté sur l'horizon, tel qu'on l'obtiendrait avec un graphomètre.

» Il résulte de ce qui précède que la coïncidence devrait rigoureusement avoir lieu sur l'image même de l'axe de rotation ou bord vertical de A, ce qui réduirait à zéro le champ des objets vus dans B par double réflexion; mais il est facile de voir que, en inclinant légèrement le rayon visuel pour avoir un champ suffisant, l'erreur commise sera extrêmement petite d'après la propriété des minima, puisqu'on s'écarte peu de la position pour laquelle l'erreur s'annule complètement. Avec le petit instrument que j'ai l'hon-

neur de mettre sous les yeux de l'Académie et qui n'a que $0^m,07$ de côté, un opérateur un peu exercé prend en quelques secondes les angles avec une exactitude suffisante pour la plupart des opérations courantes; l'approximation dépend surtout du fait de savoir tenir l'instrument sensiblement horizontal. Quoique la coïncidence devienne plus difficile et l'exactitude moindre pour des angles très considérables, on peut cependant, à la rigueur, de la manière dont l'instrument est disposé, opérer directement jusqu'à 140°. »

M. **Obrecht** présente un Mémoire détaillé renfermant les calculs relatifs à la détermination de la parallaxe du Soleil, d'après les épreuves daguerriennes de la Commission française du passage de Vénus de 1874.

Les méthodes et les résultats ont été succinctement exposés précédemment (tome C, p. 230 et 341). Les calculs ont été refaits avec soin et le résultat définitif est représenté par

$$\pi = 8'',81 - 0'',004\,dL \pm 0'',06,$$

π étant la parallaxe solaire et dL la correction à faire subir à la longitude de Pékin.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. P. **Petit** soumet au jugement de l'Académie un projet d'appareil pour la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Bayard**, médecin major attaché au corps expéditionnaire du Tonkin, se met à la disposition de l'Académie pour effectuer des observations météorologiques.

La Lettre de M. Bayard est renvoyée à l'examen de M. Mascart.

M. Ch. **Jolibois** adresse une nouvelle rédaction de son Mémoire intitulé : « Notes descriptives d'un appareil mesureur de liquide ou dépotoir automatique ».

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une Lettre de M. *Brachet*, relative à l'utilisation des chutes d'eau pour la production de la lumière électrique.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (246); par M. Andoyer.

« Le calcul a été fait en combinant les observations faites, le 9 mars, à Marseille, à Vienne et à Düsseldorf; le 18 mars, à Marseille et à Vienne; le 31 mars, à Berlin; le 9 avril, à Marseille.

Éléments.

Époque, 1885 avril 1,5; temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} L &= 184^{\circ}.49'.28'',0 \\ \omega &= 254.\ 3.57,1 \\ \Omega &= 162.32.54,4 \\ i &= 15.29.17,0 \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe moyen de 1885,0.}$$

$$\varphi = 6.47.27,4$$

$$\log = 0,432858$$

$$\mu = 795'',645$$

Positions géocentriques rapportées à l'équinoxe moyen de 1885,0.

12h temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Log Δ.	Log r.
	h m s	° ′		
1885. Avril 25.....	10.44.23	+13.38,8	0,2859	0,4152
26.....	44.31	41,5		
27.....	44.40	44,0		
28.....	44.50	46,4		
29.....	45. 2	48,5	0,2948	0,4144
30.....	45.15	50,4		
Mai 1.....	45.30	52,1		
2.....	45.46	53,6		
3.....	46. 4	54,9	0,3039	0,4136
4.....	46.23	56,1		
5.....	10.46.43	+13.57,0		

12h temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Log Δ.	Log r.
	h m s	° ′		
1885. Mai 6.	10.47. 5	+13.57,8		
7.	47.28	58,3	0,3131	0,4128
8.	47.52	58,7		
9.	48.18	58,9		
10.	48.45	58,9		
11.	49.14	58,7	0,3224	0,4120
12.	49.43	58,4		
13.	50.14	57,9		
14.	50.46	57,2		
15.	51.20	56,4	0,3316	0,4112
16.	51.55	55,3		
17.	52.31	54,1		
18.	53. 8	52,8		
19.	53.46	51,3	0,3407	0,4104
20.	54.26	49,6		
21.	55. 7	47,8		
22.	55.48	45,8		
23.	56.31	43,7	0,3498	0,4096
24.	57.15	41,4		
25.	58. 0	38,9		
26.	58.47	36,4		
27.	10.59.34	33,7	0,3587	0,4088
28.	11. 0.22	30,8		
29.	1.11	27,8		
30.	2. 1	24,7		
Mai 31.	11. 2.53	+13.21,4	0,3674	0,4080

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une loi générale de la théorie de la partition des nombres.* Note de M. N. **Bougaieff**, présentée par M. Darboux.

« 1. Soient $\varphi(u)$ une fonction arbitraire analytique ou numérique, $\psi(u)$ une fonction arbitraire analytique ou numérique croissante qui, pour tous les nombres u positifs et entiers, est égale aussi à des nombres positifs et entiers.

» En considérant la série infinie

$$[\varphi(1)x^{\psi(1)} + \varphi(2)x^{\psi(2)} + \ldots + \varphi(n)x^{\psi(n)} + \ldots]^{\mu} = \left[\mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=\infty} \varphi(u)x^{\psi(u)}\right]^{\mu},$$

on peut déduire, pour chaque nombre n positif et entier, la loi générale suivante :

$$\text{(I)}\qquad \mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=\rho}\left\{[n-(\mu+1)\psi(u)]\,\varphi(u)\sum_{n-\psi(u)}\varphi(x_1)\,\varphi(x_2)\ldots\varphi(x_\mu)\right\}=0.$$

Dans l'expression

$$\sum_n \varphi(x_1)\,\varphi(x_2)\ldots\varphi(x_\mu),$$

le signe sommatoire s'étend à toutes les solutions positives

$$x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_\mu$$

de l'équation indéterminée

$$(1)\qquad \psi(x_1)+\psi(x_2)+\ldots+\psi(x_\mu)=n.$$

Le nombre ρ satisfait aux inégalités

$$\psi(\rho)\leqq n,$$
$$\psi(\rho+1)>n.$$

$\sum_0 \varphi(x_1)\,\varphi(x_2)\ldots\varphi(x_\mu)$ est toujours égale à zéro.

» Dans le cas où $\varphi(u)=1$, la loi (I) prend la forme

$$\text{(II)}\qquad \mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=\rho}[n-(\mu+1)\psi(u)]\,\mathfrak{N}[n-\psi(u)]=0,$$

où $\mathfrak{N}(n)$ exprime le nombre des solutions de l'équation (1).

» La loi générale (I), considérée même sous sa forme particulière (II), donne une quantité infinie des différentes lois numériques.

» Pour expliquer cette loi, considérons une de ces applications. Soit $\psi(u)=\theta_u$, où θ_u exprime le nombre premier qui occupe la place u dans les tables de nombres premiers, de telle manière que $\theta_1=2$, $\theta_2=3$, $\theta_3=5$, ...

» Supposons $\mu=2$.

» La loi (II) prend la forme

$$(2)\qquad \mathop{\mathrm{S}}_{u=1}(n-3\theta_u)\,\mathfrak{N}(n-\theta_u)=0,$$

où $\mathfrak{M}(n)$ représente le nombre des solutions de l'équation

$$\theta_u + \theta_v = n,$$

c'est-à-dire $\mathfrak{M}(n)$ signifie de combien de manières le nombre n peut être représenté comme la somme de deux nombres premiers.

» La loi (2) développée prend la forme

$$(3) \quad (n-6)\mathfrak{M}(n-2) + (n-9)\mathfrak{M}(n-3) + (n-15)\mathfrak{M}(n-5) + \ldots = 0.$$

» *Exemple.* — Pour $n = 10$, la formule (3) donne

$$(4) \qquad 4\mathfrak{M}(8) + \mathfrak{M}(7) - 5\mathfrak{M}(5) - 11\mathfrak{M}(3) = 0.$$

» En considérant les égalités

$$8 = 3 + 5 = 5 + 3,$$
$$7 = 2 + 5 = 5 + 2,$$
$$5 = 2 + 3 = 3 + 2,$$

on voit que $\mathfrak{M}(8) = 2$, $\mathfrak{M}(7) = 2$, $\mathfrak{M}(5) = 2$, $\mathfrak{M}(3) = 0$.

» Donc l'équation (4) donne

$$4.2 + 2 - 5.2 = 0.$$

» 2. La formule (II) donne immédiatement une loi numérique nouvelle chaque fois qu'on connaît la fonction $\mathfrak{N}(n)$.

» Par exemple, on connaît que le nombre des solutions positives de l'équation indéterminée

$$(2x_1 - 1)^2 + (2x_2 - 1)^2 + (2x_3 - 1)^2 + (2x_4 - 1)^2 = 8n + 4$$

est égale à $\int(2n+1)$, où $\int(n)$ exprime la somme des diviseurs du nombre entier n.

» La formule (II), pour $n = 8x + 5$, $\mu = 4$, $\psi(u) = (2u-1)^2$, donne immédiatement la loi

$$\underset{u=1}{\mathrm{S}} \left\{ [8x + 5 - 5(2u-1)^2] \int [2x + 1 - u(u-1)] \right\} = 0. \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Sur l'herpolhodie.* Note de M. A. DE SAINT-GERMAIN.

« En se fondant sur les propriétés des fonctions elliptiques, M. de Sparre a montré que l'herpolhodie de Poinsot ne présente jamais de points d'inflexion ni de rebroussement; M. Mannheim vient de reprendre la question géométriquement, mais il semble qu'on puisse encore désirer, pour le théorème de M. de Sparre, une démonstration relativement courte et élémentaire : j'essaye d'en donner une qui présente cet avantage en m'appuyant sur les résultats les plus connus fournis par la Dynamique dans le problème même qui conduit à la considération de l'herpolhodie.

» Considérons un solide qui tourne autour d'un point fixe O sans être sollicité par d'autre force que celle que produit la fixité du point O : l'axe instantané décrit dans le solide un cône S passant par la polhodie et roulant sans glisser sur un cône fixe S_1 qu'on peut regarder comme ayant pour base l'herpolhodie. Sur les génératrices de S qui doivent constituer l'axe instantané aux époques t et $t + dt$, je prends deux longueurs Om, On égales à la vitesse angulaire ω du solide à l'époque t. Soient R et R_1 les rayons de courbure des sections faites dans S et S_1 par un plan perpendiculaire en m à la génératrice Om, à l'instant où les deux cônes se touchent suivant cette droite; un théorème de Cinématique bien connu nous donne

$$\omega\, dt = mn\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}\right). \tag{1}$$

» Si l'herpolhodie admettait un point d'inflexion, nous pourrions le supposer situé sur la génératrice de S_1 avec laquelle vient coïncider Om; cette droite et les deux génératrices de S_1 qui en sont infiniment voisines seraient dans un même plan, R_1 serait infini, et nous pourrions tirer de l'égalité (1)

$$\frac{mn}{\omega\, dt} = R; \tag{2}$$

nous allons voir que cette égalité est impossible.

» Prenons pour axes coordonnés les axes principaux du solide en O; soient A, B, C les moments d'inertie autour de ces axes, p, q, r les composantes de ω suivant les mêmes droites : $\frac{1}{2}\omega mn$ est l'aire du triangle qui a pour sommets les points O, m et celui dont les coordonnées sont $p + dp$,

$q + dq$, $r + dr$; on a donc

$$\omega^2 \overline{mn}^2 = (q\,dr - r\,dq)^2 + (r\,dp - p\,dr)^2 + (p\,dq - q\,dp)^2.$$

» Remplaçons dp, dq, dr par leurs valeurs en fonction de dt données par les équations d'Euler, et ayons égard aux deux intégrales du mouvement

(3) $$Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 = H, \quad A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2 = G^2;$$

nous avons, pour le premier membre de l'égalité (2),

$$\frac{\overline{mn}^2}{\omega^2\,dt^2} = \frac{1}{A^2B^2C^2\omega^4}\Sigma A^2p^2(G^2 - AH)^2.$$

» D'autre part, l'équation connue de S peut se mettre sous la forme

$$A(G^2 - AH)x^2 + B(G^2 - BH)y^2 + C(G^2 - CH)z^2;$$

le rayon de courbure principal R au point m, dont les coordonnées sont p, q, r, peut s'obtenir, soit au moyen de formules générales, soit en écrivant que c'est la distance du point m au point de concours des normales menées à S aux points m et n : on trouve

$$R^2 = \frac{[\Sigma A^2p^2(G^2 - AH)^2]^3}{A^2B^2C^2\omega^4(G^2 - AH)^2(G^2 - BH)^2(G^2 - CH)^2}.$$

» Nous pouvons voir maintenant que l'égalité (2) revient à la suivante :

(4) $$\left\{\begin{aligned} &\Sigma A^2p^2(G^2 - AH)^2 \\ &\quad = \text{valeur absolue de } (G^2 - AH)(G^2 - BH)(G^2 - CH). \end{aligned}\right.$$

» Supposons $A > B > C$; on sait que $AH - G^2$ et $G^2 - CH$ sont positifs, tandis que $G^2 - BH$ peut être $\gtrless 0$, selon les cas. Si dans $\Sigma A^2p^2(G^2 - AH)^2$ je remplace q^2 et r^2 par leurs valeurs tirées des équations (3), ou bien p^2 et q^2 par les valeurs tirées des mêmes équations, je trouve que le premier membre de l'égalité (4) peut être mis sous l'une des deux formes suivantes :

(5) $$\left\{\begin{aligned} &(G^2 - BH)(G^2 - CH)[G^2 - (B + C)H] \\ &\quad + A(A - B)(A - C)[(A + B + C)H - 2G^2]p^2, \end{aligned}\right.$$

(6) $$\left\{\begin{aligned} &(G^2 - AH)(G^2 - BH)[G^2 - (A + B)H] \\ &\quad + C(A - C)(B - C)[(A + B + C)H - 2G^2]r^2. \end{aligned}\right.$$

» Cela posé, soit d'abord $G^2 - BH < 0$; on prendra pour le second

membre de l'égalité (4) le produit

$$(AH - G^2)(BH - G^2)(G^2 - CH);$$

si pour le premier on met la valeur (5), on voit que l'égalité (4) entraînerait la suivante

$$\begin{aligned} &A(A - B)(A - C)[(A + B + C)H - 2G^2]p^2 \\ &\quad = (BH - G^2)(G^2 - CH)(A - B - C)H; \end{aligned}$$

or $(A + B + C)A - 2G^2$, égal à $\Sigma A(B + C - A)p^2$, est essentiellement positif : donc l'égalité supposée serait absurde. Si $G^2 - BH > 0$, je prendrai $(AH - G^2)(G^2 - BH)(G^2 - CH)$ pour le second membre de (4) et la valeur de (6) pour le second membre; on sera conduit à l'égalité, encore impossible,

$$\begin{aligned} &C(A - C)(B - C)[(A + B + C)H - 2G^2]r^2 \\ &\quad = (AH - G^2)(G^2 - BH)[2G^2 - (A + B + C)H]. \end{aligned}$$

» L'égalité (2) est donc toujours impossible; par conséquent l'herpolhodie et le cône S_1 sont convexes. Selon que $G^2 - BH$ sera positif ou négatif, S_1 sera extérieur à S ou enveloppé par lui. La relation (1) prouve immédiatement que l'herpolhodie ne saurait avoir de rebroussement, parce qu'il en résulterait $R_1 = 0$, par suite $R = 0$, ce qui est incompatible avec la valeur donnée pour R^2. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la régulation de la vitesse des moteurs électriques.* Note de M. M. Deprez.

« J'ai démontré, il y a plus de quatre ans [1], que les machines dynamo-électriques peuvent satisfaire soit à la condition d'entretenir une différence de potentiel constante entre deux conducteurs sur lesquels sont branchées des dérivations en nombre variable, soit à celle de produire un courant constant dans un circuit dont la résistance varie également d'un instant à l'autre, et qu'il suffit pour cela de munir leurs inducteurs de deux enroulements distincts parcourus dans le même sens, l'un par un courant constant, l'autre par un courant qui varie automatiquement sans l'intermédiaire d'aucun mécanisme, avec le nombre d'appareils desservis. Dans le cas où ces appareils sont placés en dérivation, le courant variable

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 892 et 952.

n'est autre que le courant total égal à la somme des courants partiels qui traversent chacun d'eux, et le courant constant qui passe dans le second enroulement peut être emprunté soit à une source extérieure, soit aux bornes de la machine même, puisque la différence de potentiel y est constante.

» Parmi les conséquences de la méthode qui m'a permis de découvrir ce procédé de régulation au moyen d'un double enroulement, procédé qui est appliqué aujourd'hui par un grand nombre de constructeurs sous le nom de machine *compound*, il en est une que j'ai signalée tout particulièrement : c'est que ce procédé de régulation ne peut fonctionner qu'à la condition que la vitesse de la machine ait une valeur déterminée en deçà et au delà de laquelle la différence de potentiel aux bornes devient variable avec le nombre de dérivations. L'expérience a pleinement confirmé ces déductions théoriques.

» Il est intéressant d'étudier ce qui se passe dans une machine de ce genre lorsqu'on renverse ses fonctions, c'est-à-dire lorsqu'on lance un courant dans l'anneau en maintenant constante la différence de potentiel aux bornes de la machine, qui devient alors réceptrice au lieu d'être génératrice.

» Il est facile de s'assurer que, dans ce cas, les courants qui parcourent chacun des enroulements sont de sens contraire, tandis qu'ils sont de même sens lorsque la machine sert de génératrice. L'aimantation des inducteurs est donc due à la différence des actions de ces courants au lieu d'être due à leur somme.

» Si l'on met les deux bornes de la machine en communication avec une source d'électricité capable de maintenir constante leur différence de potentiel, la machine sera parcourue par deux courants, l'un traversant l'anneau ainsi que l'enroulement qui lui est relié, enroulement que je désignerai par A, l'autre courant traversant l'enroulement B : ce dernier courant sera constant ; le premier, au contraire, aura sa valeur maxima lorsque l'anneau est immobile et ne développe par suite aucune force électromotrice, et il prendra une valeur de plus en plus petite lorsque la vitesse de l'anneau ira en augmentant.

» Il y a même une vitesse de l'anneau pour laquelle la force électromotrice qu'il développe fait exactement équilibre à la différence de potentiel des bornes ; dans ce cas, il n'est plus parcouru par aucun courant, l'enroulement A devient inactif et le champ magnétique est uniquement dû à l'action du courant qui traverse l'enroulement B.

» L'effort moteur exercé sur l'anneau est proportionnel au produit de

l'intensité du courant qui le traverse par celle du champ magnétique dans lequel il tourne ; il est donc nul dans le cas que nous venons de considérer; mais, si nous appliquons à l'anneau un effort dirigé en sens contraire de son mouvement, sa vitesse va diminuer, la force électromotrice qu'il développe diminue aussi et devient inférieure à la différence de potentiel des bornes : il en résulte que l'anneau, ainsi que l'enroulement A, est alors traversé par un courant. Quant à l'intensité du champ magnétique, il est facile de voir qu'elle diminue, puisque l'enroulement A agit en sens contraire de l'enroulement B.

» Le produit de l'intensité du champ par celle du courant qui traverse l'anneau ne sera donc plus égal à zéro, comme précédemment. En résumé, tout abaissement de la vitesse de l'anneau au-dessous de celle pour laquelle il développe une force électromotrice égale et contraire à la différence de potentiel aux bornes aura pour résultat le développement d'un effort mécanique.

» Il peut paraître singulier, au premier abord, que l'on augmente l'effort moteur, en diminuant l'intensité du champ magnétique ; les considérations suivantes, qui s'appliquent à une machine magnéto-électrique quelconque, vont nettement montrer la raison de cette anomalie apparente.

» Désignons par

ε les différences de potentiel aux balais de l'anneau d'une machine quelconque tournant dans un champ magnétique indépendant ;
E la force électromotrice ;
R la résistance totale comprise entre les bornes ;
I l'intensité du courant total.

» La machine étant réceptrice, on a

$$I = \frac{\varepsilon - E}{R}.$$

» Le travail moteur, développé dans l'unité de temps, a pour expression EI ou $\frac{E(\varepsilon - E)}{R}$.

» Si l'on suppose la vitesse constante, la force électromotrice inverse E est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique, et l'effort mécanique développé est lui-même proportionnel au produit $E(\varepsilon - E)$. Or ce produit est nul pour $E = \varepsilon$ et pour $E = 0$. Il va en croissant depuis zéro jusqu'à son maximum $\frac{\varepsilon^2}{4}$, lorsque E *décroît* de ε à $\frac{\varepsilon}{2}$.

» Les forces électromotrices étant proportionnelles aux intensités du champ magnétique, on voit qu'il suffit de faire varier ce dernier, depuis sa valeur maxima (qui correspond au cas où l'anneau développe une force électromotrice égale à ε), jusqu'à la moitié de cette valeur pour que le moteur électrique développe un effort croissant de zéro jusqu'à l'effort maximum qu'il puisse développer.

» Je ferai connaître, dans une prochaine Communication, la solution rigoureuse des questions qui se rattachent à l'emploi de la machine à double enroulement (machine compound), comme réceptrice, et je donnerai une construction géométrique permettant de déterminer les conditions qu'elle doit remplir, pour que sa vitesse soit sensiblement indépendante des variations du travail mécanique qu'on lui impose. »

PHYSIQUE. — *Du régime de combustion des mélanges tonnants formés avec le gaz d'éclairage.* Note de M. **A. Witz**, présentée par M. Desains.

« La connaissance exacte de la chaleur de combustion du gaz d'éclairage permet de déterminer les températures et les pressions théoriques explosives des mélanges tonnants formés avec ce gaz : voici les résultats obtenus, en introduisant dans les calculs les valeurs réelles des chaleurs spécifiques du gaz aux températures élevées. Les mélanges sont pris à zéro et à la pression atmosphérique.

	A volume constant.		A pression constante.	
	Températures.	Pressions.	Températures.	Pressions.
Mélange de 1^{vol} de gaz et 6^{vol} d'air......	2064°	$8^{atm},6$	1596°	$6^{atm},8$
» » 10 »	1514°	$6^{atm},5$	1169°	$5^{atm},3$

» Ces chiffres sont moins élevés que ceux que l'on admettait jusqu'ici, mais ils sont justifiés théoriquement et ils concordent mieux du reste avec les résultats de l'expérience ; en opérant sur le gaz de Manchester, M. Clerk n'a pu observer de pression supérieure à $7^{atm},5$. La différence, $1^{atm},1$, qui existe entre la pression que j'ai calculée et celle qu'a observée le savant ingénieur anglais doit être attribuée à la déperdition de calorique par la paroi ; il n'est plus nécessaire d'en appeler à la dissociation, qui est du reste insensible à ces températures, puisque MM. Mallard et Le Châtelier ont démontré que l'acide carbonique et l'eau ne se dissocient que vers 1800° et 2500° dans les phénomènes explosifs. C'est donc à tort qu'on a introduit la dissociation dans la théorie des moteurs à gaz tonnant.

» Les températures déterminées théoriquement ci-dessus expliquent

pourquoi l'on n'observe pas, dans les cylindres des moteurs, ces déflagrations, pour ainsi dire instantanées, qui donnent naissance à l'onde explosive découverte par MM. Berthelot et Vieille. La durée de la combustion est toujours appréciable; elle varie entre $0^s,045$ et $0^s,468$ pour les mélanges au $\frac{1}{6}$ et au $\frac{1}{10}$. Ainsi que j'ai déjà eu l'honneur de le signaler à l'Académie, cette durée ne dépend pas seulement de la richesse du mélange, mais encore de l'étendue de la surface de paroi et de l'agitation du gaz. L'effet des détentes lentes et des grandes dilutions, qui retardent les combustions et les rendent incomplètes, devient dès lors facilement explicable : la même cause fait baissr le coefficient d'utilisation.

» L'observation des courbes de détente des gaz qui ont détoné derrière un piston, animé de vitesses variables, m'a permis encore de déterminer la vitesse d'inflammation des divers mélanges. Lorsque la pression reste constante et que, par suite, la ligne de détente est parallèle à l'axe des volumes, il est permis d'affirmer que la flamme a suivi le piston avec une vitesse égale à la sienne. Ce procédé nouveau me semble correct, et je suis d'autant plus porté à le croire qu'il m'a donné des résultats très voisins de ceux de MM. Mallard et Le Châtelier. Pour le mélange le plus riche, la vitesse est toujours inférieure à $1^m,60$; elle varie de $0^m,64$ à $0^m,25$ dans le mélange qui contient 1^{vol} de gaz et $9^{vol},5$ d'air. Cette variation est l'effet fatal de la vitesse de détente; la compression augmente cette vitesse ainsi qu'une élévation de température de la paroi.

» Ces conclusions ne m'appartiennent pas exclusivement, car elles ont pu être formulées déjà en partie et elles découlent assurément des remarquables découvertes de MM. Mallard et Le Châtelier, Berthelot et Vieille. La concordance de ces résultats, obtenus par des moyens si divers, donne à mon travail une valeur inespérée, et elle est d'un grand appui pour la théorie de l'action de paroi, que j'ai cherché à dégager de toutes mes expériences. Je suis autorisé à affirmer aujourd'hui, avec plus d'autorité, que l'action refroidissante de la paroi est le grand régulateur des phénomènes explosifs utilisés dans les moteurs à gaz tonnant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Couronne solaire, soit cercle de Bishop, observée en* 1883, 1884 *et* 1885; par **M. F.-A. Forel.**

« Parmi les phénomènes qui ont apparu à la suite de la grande éruption de Krakatoa, un des plus intéressants est la couronne solaire, qui a changé notablement l'aspect du ciel. La couleur du firmament près du Soleil, la

couleur des objets éclairés (couleur réfléchie par une nappe d'eau), la polarisation de l'atmosphère sont depuis lors grandement modifiées ([1]).

» La persistance de cette couronne, que je propose d'appeler *cercle de Bishop*, du nom de l'observateur qui l'a le premier décrite, aux îles Sandwich (*Nature*, XXIX, 260), est vraiment étonnante. Depuis que j'ai appris à la reconnaître dans mes observations sur les hautes Alpes, j'ai continué à la voir dans la plaine, et je me suis convaincu de son existence non interrompue et constante. Toutes les fois que les conditions sont favorables, je puis la constater dans la vallée du lac Léman, où j'habite. Ces conditions favorables sont :

» Ou bien un ciel serein, avec grande limpidité de l'atmosphère;

» Ou bien un ciel nuageux, avec trouées dans les couches de nuages, permettant des aperçus du ciel bleu, de 15° à 30° du Soleil. Cette dernière condition est même la plus favorable, car alors les couches inférieures de l'atmosphère sont dans l'ombre, et n'éteignent pas, par leur lumière réfléchie trop brillante, les teintes légères de la couronne rougeâtre.

» Dans les huit derniers mois, j'ai noté l'existence du cercle de Bishop aux dates suivantes :

1884. Août, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 31.
Septembre, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18.
Octobre, 26, 27, 28, 29, 30. 31.
Novembre, 3, 4, 8, 18, 19, 20, 23, 24, 27, 30.
Décembre, 2, 4, 7, 9, 11, 13, 15, 18.
1885. Janvier, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 27, 29, 31.
Février, 1, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 23, 24, 26, 27.
Mars, 7, 8, 9, 14, 15, 17, 19, 23, 31.
Avril, 1, 7, 8, 14, 15, 22, 24.

» En me basant sur ces observations, je puis affirmer la visibilité constante du cercle de Bishop jusqu'à l'époque actuelle.

» Je me permets de réclamer pour ce phénomène l'observation des naturalistes dans les diverses contrées du globe. Il est à désirer, en effet, qu'on le suive avec attention pour déterminer avec précision deux points :

» 1° Quelle est son extension dans l'espace? Est-il visible sur tout le globe, et particulièrement est-il visible sous toutes les latitudes? Peut-on

([1]) Voir les Notes de MM. Thollon (*Comptes rendus* des 24 mars et 8 septembre 1884), A. Cornu (22 septembre), F.-A. Forel (11 août et 1er septembre 1884).

le constater, non seulement dans les latitudes moyennes de l'hémisphère nord, mais encore dans les régions tropicales, dans les latitudes moyennes de l'hémisphère sud, et dans les régions polaires? Le nuage de poussières qui ternit les couches supérieures de l'atmosphère forme-t-il un anneau limité autour du sphéroïde terrestre ou bien a-t-il envahi l'ensemble de l'enveloppe aérienne?

» 2° Quelle sera sa durée dans le temps? Observé dès l'automne de 1883 dans les régions tropicales, dès l'hiver de 1883-1884 en Europe, il est encore visible, aussi bien qu'aux premiers jours, vingt mois après l'éruption de Krakatoa. Combien de temps persistera-t-il? Quelle sera l'époque de sa disparition? C'est ce que des observations continues permettraient de déterminer ultérieurement. »

CHIMIE. — *Recherches sur les phosphates.* Note de M. **H. Grandeau**, présentée par M. H. Debray.

« Dans une Note précédemment insérée aux *Comptes rendus* [1], j'ai montré que l'action exercée sur les phosphates par le sulfate de potasse en excès est différente suivant la température à laquelle on opère; elle peut donner naissance soit à un phosphate, soit à un oxyde.

» En appliquant successivement cette réaction aux phosphates des diverses bases et en ayant soin de fixer pour chacun d'eux les conditions de température convenables, on est en possession d'une méthode qui permet de reproduire à volonté un assez grand nombre de phosphates et d'oxydes cristallisés. La composition chimique du produit obtenu ne varie pas seulement avec la température, mais elle dépend aussi de la nature de la base combinée à l'acide phosphorique.

» Sans entrer dans les détails des expériences, je demande la permission de résumer en quelques lignes les résultats généraux de mon travail.

» D'un ensemble d'opérations qui ont porté sur les phosphates de dix-huit bases différentes, il résulte que ces phosphates peuvent être divisés en trois groupes distincts, si l'on prend pour point de départ de cette classification la nature chimique des corps fournis par leur décomposition, en présence d'un excès de sulfate de potasse.

» Le premier de ces groupes comprend les phosphates de calcium, magnésium, zinc et cadmium. Quelle que soit la température, ils ne donnent

(1) *Comptes rendus*, t. XCV; 1882.

jamais naissance qu'à un seul produit : le phosphate double alcalin. A ce groupe se rattachent les phosphates de baryum et de strontium, qui ne diffèrent que par le fait suivant : le phosphate double alcalin qui résulte de la réaction avec le sulfate de potasse n'a jamais pu être obtenu entièrement exempt de sulfate de baryte ou de strontiane; ce qu'explique suffisamment la grande stabilité des combinaisons que forment ces deux bases avec l'acide sulfurique.

» Dans le deuxième groupe se trouvent les phosphates qui produisent à la fois un phosphate double alcalin et un oxyde : ce sont les phosphates d'aluminium, de glucinium, zirconium, fer, nickel, cobalt et cuivre. Une subdivision importante de ce groupe comprendra les phosphates de manganèse, chrome et uranium, qui fournissent aussi un phosphate double alcalin et un oxyde cristallisé, et, de plus, un oxyde facilement acidifiable qui se combine à la potasse mise en liberté par la décomposition du sulfate, en formant un sel : manganate, chromate et uranate.

» Enfin, un troisième groupe réunira les phosphates de cérium et de didyme qui, à aucune température, ne se combinent avec la potasse. Ils donnent un phosphate tribasique et un oxyde cristallisé.

» Les deux derniers groupes sont ceux qui offrent le plus d'intérêt; les corps qu'on obtient quand on leur applique la réaction générale présentent un éclat et une netteté de formes cristallines remarquables. Parmi ces produits variés, je signalerai particulièrement : le corindon, dont la reproduction constitue l'expérience fondamentale due à M. Debray [1], et qui a été la base de cette étude; la glucine; la zircone; les oxydes de nickel, de cobalt et d'uranium; l'oxyde de cérium, formé par de petits cristaux lamellaires d'un rouge brillant et d'un éclat métallique; le phosphate de glucine et de potasse; celui de nickel et celui de cobalt, qui a une coloration bleue intense; les phosphates tribasiques de cérium et de didyme; la monazite obtenue, sous forme de jolies aiguilles prismatiques, en soumettant à l'action du sulfate de potasse le phosphate complexe formé par les métaux de la cérite, et enfin l'uranate de potasse que j'ai décrit dans ma première Note [2]. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LII, 1861.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire des hautes études de l'École Normale supérieure.

CHIMIE. — *Sur l'oxydation de l'iode dans la nitrification naturelle.* Note de M. A. **Müntz**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Le nitrate de soude forme, entre les tropiques, des gisements d'une grande étendue. Dans l'état actuel de nos connaissances, on doit attribuer l'origine de ces gisements à la nitrification des matières organiques azotées. Mais le mécanisme de leur formation nous échappe complètement. Nous ignorons également pourquoi le nitre s'y trouve à l'état de nitrate de soude; pourquoi il est mélangé de grandes quantités de sel marin; pourquoi on y rencontre de l'iodate, alors que partout ailleurs la nature nous présente l'iode sous une forme non oxydée.

» J'ai entrepris l'étude des conditions dans lesquelles se sont produites ces accumulations de nitre; je ne parlerai dans cette Communication que de la présence de l'iodate, qui est actuellement la source de l'iode qu'on trouve dans le commerce.

» A quoi peut tenir l'état d'oxydation si anormal de l'iode? L'existence de l'iodate n'est-elle pas à attribuer au phénomène qui a donné naissance au nitrate de soude et n'est-elle pas, par suite, de nature à jeter un jour nouveau sur l'histoire, encore si obscure, de la formation de ces gisements? Telles sont les idées qui m'ont engagé à rechercher si, dans les conditions normales de la nitrification, l'iodure de potassium pouvait se trouver entraîné dans le mouvement d'oxydation si énergique qui est le résultat de l'action d'un organisme microscopique, ainsi que nous l'avons montré M. Schlœsing et moi.

» L'organisme qui effectue la nitrification des matières azotées possède une faculté d'oxydation d'une énergie exceptionnelle; en effet, les combustions de la matière organique, qui se produisent sous l'influence du développement des autres végétaux microscopiques, s'arrêtent à la production de l'azote libre; c'est-à-dire que ceux-ci ne peuvent transporter l'oxygène ambiant que sur les éléments très combustibles, combinés à l'azote dans la matière organique : le carbone, l'hydrogène. La combustion vive elle-même élimine, des composés quaternaires, l'azote à l'état libre, tout au moins en presque totalité. Pour fixer l'oxygène sur l'azote, il faut donc que l'organisme qui nitrifie la matière azotée ait une aptitude spéciale. On peut se demander si cet organisme n'a pas, vis-à-vis d'autres corps que l'azote, une action de même nature, donnant naissance à des composés oxygénés.

» En ajoutant de petites quantités d'iodure de potassium à un milieu

en voie de nitrification, on ne remarque pas toujours l'oxydation de l'iode; mais, lorsqu'on se place dans les conditions les plus favorables à la production du nitre, surtout au point de vue de la température et de l'accès de l'air, on constate que l'iode est entraîné dans le mouvement général d'oxydation qui transforme l'hydrogène en eau, le carbone en acide carbonique et l'azote en nitrate.

» L'expérience se fait facilement en introduisant, dans un liquide nitrifiable, une petite quantité d'iodure de potassium, soit environ quelques dix-millièmes. On fait écouler ce liquide très lentement sur un gravier calcaire, sur lequel on a répandu un peu de terreau, destiné à y apporter l'organisme nitrificateur. Ce gravier remplit une grande cloche à douille, dans laquelle l'air circule librement. Le liquide met huit à dix jours à traverser la couche de gravier, il s'évapore spontanément à la sortie; la température est maintenue voisine de 30°. Dans ces conditions, la nitrification s'effectue avec énergie, l'azote se retrouve sous la forme de nitrate et l'iode a passé, en partie, à l'état de combinaison oxygénée.

» Si, dans cette expérience, au lieu de nous servir de terreau, nous employons, pour l'ensemencement, une de ces terres nitrées si abondantes sous les tropiques, nous obtenons une action plus rapide, tant au point de vue de l'oxydation de l'azote qu'à celui de l'oxydation de l'iode, comme si l'organisme qui nitrifie dans les régions équatoriales possédait une énergie plus grande que le ferment nitrificateur indigène.

» L'oxydation de l'iode, dans le résidu de la nitrification, est facile à déceler; dès les premiers jours, on perçoit une odeur safranée et on obtient le bleuissement de l'amidon malgré l'alcalinité du milieu, ce qui indique une oxydation qui correspondrait à la formation de l'acide hypoiodeux. En évaporant à sec et chauffant le résidu à 100°, on constate généralement un abondant dégagement de vapeur d'iode, qui est le résultat de l'action de l'iodate sur l'iodure, en présence de traces de nitrite d'ammoniaque. Lorsqu'il n'y a aucune trace d'azotite, un acide étendu produit encore la mise en liberté de l'iode. L'iodure seul, introduit après coup dans un milieu nitrifié, ne donne naissance à aucun fait analogue. Ces réactions et d'autres sur lesquelles il est inutile d'insister suffisent pour montrer que l'iode se trouve oxydé, en partie, dans les produits de la nitrification. Mais il m'a semblé utile d'isoler l'acide iodique, pour ne laisser aucun doute sur son existence. J'y suis parvenu en me basant sur la faible solubilité de l'iodate de baryte, que j'ai pu obtenir à l'état de précipité pulvérulent,

dans le liquide nitrifié, concentré à un petit volume. Sur l'iodate de baryte, on peut vérifier les caractères de l'acide iodique.

» L'iodure de potassium donne donc naissance, pendant la nitrification, à de l'acide iodique et à des composés moins oxygénés de l'iode, comme on voit se produire fréquemment des nitrites en même temps que des nitrates.

» L'iodate qui existe dans les nitres du Pérou peut donc être regardé comme formé au cours de la nitrification, aux dépens de l'iodure, dont la présence, pendant le phénomène d'oxydation qui a transformé la matière organique azotée, est intéressante au point de vue de la formation de ces gisements.

» De même que des organismes inférieurs peuvent oxyder l'iode, d'autres peuvent enlever l'oxygène à l'acide iodique. Cette réduction se produit dans les milieux non aérés, dans les mêmes conditions que la réduction des nitrates. »

CHIMIE. — *Sur le sulfate de cuivre ammoniacal et sur un sulfate basique de cuivre.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« 1. On sait qu'en traitant par un excès d'ammoniaque le sulfate de cuivre en poudre et évaporant un peu la solution, on obtient de magnifiques cristaux du composé ammoniacal $SO^4Cu, 2AzH^3, HO$.

» J'ai fait passer pendant longtemps un fort courant de gaz ammoniac dans une solution saturée de sulfate de cuivre bien refroidie. A un certain moment, de très fines aiguilles apparaissent et, *en prolongeant suffisamment l'action du gaz ammoniac, on arrive à précipiter complètement tout le cuivre :* la liqueur est alors à peine colorée et il reste au fond du vase un feutrage cristallin qui, séché sur du papier, possède la même composition que celle ci-dessus, ainsi que je l'ai vérifié.

» Il y a donc insolubilité du corps $SO^4Cu, 2AzH^3, HO$ dans l'ammoniaque concentrée; de même qu'il y a insolubilité du sulfate de zinc ammoniacal dans l'ammoniaque à un certain degré de concentration, comme je l'ai antérieurement indiqué [1]. Dans ce dernier cas seulement le dépôt est une couche huileuse possédant sensiblement la composition

$$SO^4Zn, 3AzH^3, 12HO$$

[1] *Comptes rendus*, t. C, p. 241.

et cette couche est en quelque sorte le liquide mère des cristaux du sulfate

$$SO^4 Zn, 2 Az H^3, 3 HO.$$

» 2. Si l'on chauffe en tube scellé, vers 200° pendant cinq heures, le sulfate de cuivre ammoniacal avec 10 fois son poids d'eau, on trouve, après refroidissement, un enduit noir sur les parois du tube : c'est de l'oxyde de cuivre à peu près pur, à peine souillé d'une petite quantité d'acide sulfurique (soufre trouvé : 0,44 pour 100).

» On voit également se former de l'oxyde noir, mais en très petite quantité et sur les parois du vase qui avoisinent la surface du liquide, lorsqu'on évapore à l'air une solution de sulfate de cuivre dans l'ammoniaque. On sait qu'il se produit, surtout à la longue, un précipité verdâtre; celui-ci m'a paru être un corps de composition non constante.

» 3. Si, dans un ballon ne communiquant avec l'atmosphère que par un tube effilé, on met ensemble du sulfate de cuivre ammoniacal, de l'eau et du cuivre métallique et que l'on chauffe doucement, on voit, à mesure que le cuivre noircit, se déposer sur les parois un enduit noir d'oxyde très peu abondant : cet enduit devient peu à peu vert-pomme. Si alors on décante le liquide et qu'on le mette en contact avec de nouveau cuivre, l'enduit vert continue seul à se déposer. Séché à 100°, ce dépôt a la composition du sulfate basique $2 SO^3, 7 CuO, 7 HO$.

	Trouvé pour 100.	Calculé pour 100.
Cu	52,9	52,72
SO^3	18,82	19,0

» Tandis que s'effectue ce dépôt, le liquide se décolore et, au bout de plusieurs heures, il est à peine teinté en bleu. Evaporé à cristallisation, il ne fournit que des cristaux de sulfate d'ammoniaque. Dans les premiers instants de la décoloration du liquide, avant que le cuivre soit entièrement précipité, si on vient à déboucher le ballon, on voit ce liquide se recolorer subitement en bleu clair.

» 4. Le sulfate basique dont je viens de parler, indépendamment des modes de production déjà connus ([1]), me paraît prendre naissance dans un assez grand nombre de circonstances :

» 1° On peut transformer en ce corps le sulfate basique bleu obtenu par

---

([1]) Gmelin-Kraut's, *Handbuch*, 6e édition, IIIe volume, p. 625.

la précipitation du sulfate de cuivre par une quantité insuffisante d'ammoniaque. Il suffit de chauffer ce dernier au sein d'une solution de sulfate d'ammoniaque. Au début, il y a dissolution simple et le liquide est fortement bleu. Mais peu à peu le précipité vert-pomme apparaît à mesure qu'on ajoute le sulfate basique bleu.

	Trouvé pour 100.
Cu	52,86
SO^3	18,75

» 2° Si l'on dissout à refus de l'oxyde de cuivre dans du sulfate d'ammoniaque et qu'on coule le liquide dans un excès d'eau froide, il se forme un précipité bleu qui, séché sur du papier, correspond à la formule

$$SO^3, 4CuO, 16HO.$$

» Ce sel basique, chauffé avec une solution de sulfate d'ammoniaque, donne lieu, comme précédemment, à la production du dépôt vert-pomme $2SO^3, 7CuO, 7HO$. On obtient encore ce dernier composé, en chauffant en tube scellé, vers 200°, la dissolution de CuO dans SO^4AzH^4 avec un excès d'eau.

	Trouvé pour 100.
Cu	53,26-53,13
SO^3	18,75-18,63

» 3° Le mélange, fait à froid, de volumes égaux d'une solution saturée de $CuSO^4$ et d'une solution saturée de sulfate de cuivre ammoniacal donne encore lieu à la précipitation du même composé vert-pomme.

» Si ce même mélange est chauffé en tube scellé vers 150°, on obtient également le sel $2SO^3, 7CuO, 7HO$.

» On peut laver ce composé à l'eau froide sans l'altérer; chauffé longtemps au sein d'une solution de sulfate d'ammoniaque, il se dissout partiellement en donnant une liqueur bleue. »

CHIMIE. — *Sur le dimorphisme de l'anhydride tellureux et sur quelques-unes de ses combinaisons.* Note de MM. D. Klein et J. Morel, présentée par M. Berthelot.

« L'anhydride tellureux peut s'obtenir cristallisé sous deux formes distinctes, selon que l'on opère par voie humide ou par voie sèche.

» 1° *Anhydride tellureux cristallisé par voie humide.* — Nous avons eu

occasion, dans un précédent Mémoire, de signaler que les octaèdres d'anhydride tellureux obtenu par voie humide appartiennent au système quadratique et sont très voisins de l'octaèdre régulier; ils sont toujours de très petite dimension, et leur mesure directe est impossible. Quand on les obtient grossis par quelque artifice de préparation (par exemple, par la décomposition par l'eau bouillante de la solution chlorhydrique de l'anhydride, et le dépôt de l'anhydride par refroidissement de la liqueur), ils sont formés d'octaèdres microscopiques accolés, et leur mesure directe ne donne rien; toutefois nous avons pu voir sur quelques cristaux que ces octaèdres sont une forme limite de l'octaèdre régulier : le dièdre de l'octaèdre est très peu différent de 109°.

» *Densité de l'anhydride octaédrique.* — Nous avons pris de l'anhydride tellureux octaédrique, provenant de la décomposition complète de l'azotate basique de tellure par l'eau bouillante; il était blanc, pulvérulent. Trois déterminations, sur trois échantillons provenant de préparations différentes, nous ont donné les nombres 5,67, 5,65, 5,68, pour la densité à 0°, non corrigée.

» 2° *Anhydride tellureux cristallisé par fusion et refroidissement.* — Il se présente sous forme de prismes ou de longues aiguilles blanches, dont les faces forment entre elles des angles de 90°. Ces prismes sont très rarement obtenus terminés. Quand on les obtient terminés, on reconnaît qu'ils sont surmontés d'un biseau surmonté de deux petites facettes dépourvues d'éclat, car elles sont elles-mêmes formées par des gradins d'accroissement. Ceci nous indique un prisme orthorhombique.

» Faces observées :

» $g^1 : h^1 = 90°$;

» $a^1 : g^1$, voisin de 90°;

» $a^1 : a^1$, 135° environ.

» $a^1 : a^1$ et $a^1 g^1$ ne peuvent être mesurés avec précision, vu le manque d'éclat des faces a^1.

» Le prisme orthorhombique dont dérive la forme observée paraît être une forme limite du système quadratique.

» *Densité de l'anhydride tellureux orthorhombique.* — Trois déterminations ont donné les nombres 5,88, 5,90, 5,91 pour la densité à 0°, non corrigée, de l'anhydride tellureux cristallisé par voie sèche. Ces trois densités ont été déterminées sur trois échantillons d'origine différente.

» Nous n'avons trouvé qu'une densité indiquée pour l'anhydride tellureux. Le Dictionnaire de Wurtz indique 5,93, sans indication de source.

Cette densité se rapporte probablement à l'anhydride fondu, bien que la disposition typographique de l'indication semble la rattacher à l'anhydride octaédrique.

» Quand on calcine l'azotate basique d'anhydride tellureux, on obtient l'anhydride tellureux sous forme de masse d'un blanc de neige parsemée de quelques points jaunes (coloration due à une trace d'anhydride tellurique).

» Cette masse blanche se comporte, vis-à-vis de la lumière polarisée, comme un agrégat de très petits cristaux opaques, invisibles même avec un fort grossissement. Densité à 0°, non corrigée, 5,68. Cette matière semble donc se rattacher à l'anhydride octaédrique.

» *Forme cristalline de l'azotate basique de tellure.* — Dans une précédente Communication, l'un de nous a décrit un azotate basique d'anhydride tellureux : $(TeO^2)^4, Az^2O^5 + 1,5Aq$. Nous avons réussi à l'obtenir en cristaux déterminables. C'est un prisme orthorhombique.

	Observé.	Calculé.	Observation.
	°		
$m:m$	99.18	»	La face g^2 est presque linéaire.
$a^1:a^1$	74.34	»	
$m:h^1$	139.42	»	
$a^1:h^1$	122.14	»	
$m:a^1$	114.12	114°5′	
$g^3:h^1$	122.18	»	
$g^2:h^1$	109.32	109°7′	

» *Hexatellurite de potassium.* — On sait que les anhydrosels contenant le plus d'anhydride tellureux qu'aient obtenus Berzélius et les chimistes qui ont étudié le tellure sont les tétratellurites.

» En essayant de préparer un oxalate double de potassium et d'anhydride tellureux, par l'action de l'acide oxalique sur le tellurite de potassium, nous avons obtenu une poudre blanche, légère, amorphe, indécomposable par l'eau bouillante, peu soluble, fondant au rouge sombre en se boursouflant et perdant alors de l'eau.

» La composition de cette matière correspond assez exactement à la formule $6TeO^2K^2O + 2Aq$:

	Calculé.	Trouvé (1).
K^2O	8,64	8,8
TeO^2	88,06	87,3
H^2O	3,30	3,6
Total	100,00	99,7

(1) Moyenne de deux analyses concordantes.

» Nous avons continué nos recherches sur les combinaisons de l'anhydride tellureux avec les acides; notre travail, quoique touchant à sa fin, n'étant pas entièrement terminé, nous n'en donnerons qu'un résumé succinct.

» *Phosphate de tellure.* — Une dissolution concentrée d'acide phosphorique ordinaire dissout l'hydrate tellureux; il se dépose par évaporation spontanée une poudre blanche, légère, qu'il est impossible de purifier : l'eau, l'alcool, lui enlèvent de l'acide phosphorique, il reste de l'acide tellureux, ou de l'anhydride tellureux, suivant les circonstances. Si l'on essaye d'essorer la matière sur une plaque poreuse, elle retient de l'acide phosphorique en proportions variables. Jusqu'à présent, nous n'avons pu obtenir de phosphate de tellure présentant une composition constante à l'analyse.

» *Émétiques de tellure.* — Par l'action de l'acide tartrique et de l'acide citrique sur les tellurites de potassium, de sodium, de lithium, nous avons obtenu les sels doubles correspondants, qui, par leur constitution et leur composition, se rapprochent des émétiques. L'un de nous en termine l'étude en ce moment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la constitution chimique de la cocaïne.* Note de MM. G. **Calmels** et E. **Gossin**, présentée par M. Friedel.

« L'analyse du chloroplatinate de cocaïne conduit à la formule

$$PtCl^4(C^{17}H^{22}AzO^4Cl)^2.$$

L'équation de M. Lossen pour le dédoublement de la cocaïne a été vérifiée non pas avec HCl en tube scellé, comme le firent Wœhler, puis M. Lossen, mais d'après la méthode de M. Krant par la baryte; 2^{gr} de chlorhydrate de cocaïne ont été enfermés en tube scellé avec 20^{gr} de baryte cristallisée et 40^{gr} d'eau; le tube a été chauffé à 120° pendant douze heures. Le contenu du tube a alors été porté à l'ébullition et les premières portions distillées ont été réunies à celles de plusieurs opérations semblables pour caractériser l'alcool méthylique. Le résidu a été délayé dans l'eau, puis saturé par CO^2. La liqueur donne par concentration et dessiccation un mélange de $BaCl^2$, de benzoate barytique et d'une combinaison que l'on isole par l'alcool et que l'on purifie, s'il y a lieu, de petites quantités de cocaïne indé-

composée par dissolution dans l'eau, filtration, puis dessiccation nouvelles. Traitée par HCl, cette combinaison donne un précipité d'acide benzoïque; la liqueur mère amenée à siccité donne un mélange de $BaCl^2$, et de chlorhydrate d'ecgonine. Pesant la substance primitivement employée et ses produits de dédoublement, on arrive à la formule

$$(C^7H^5O^2)^2Ba + 2[(C^9H^{14}AzO^3)^2Ba] + nH^2O.$$

Elle a été obtenue sous la forme d'un vernis jaunâtre, cristallisant très lentement en fines aiguilles prismatiques groupées en étoiles, très soluble dans l'eau, dans l'alcool, très peu dans l'éther. Cette matière qui permet d'obtenir le le chlorhydrate d'ecgonine pur offre de réels avantages pour sa préparation. Jamais nous n'avons obtenu d'autres produits et l'équation de Lossen est la seule qui se vérifie dans ce cas:

$$C^{17}H^{21}AzO^4 + 2H^2O = C^7H^6O^2 + C^9H^{15}AzO^3 + CH^4O.$$

» Wœhler signala l'ecgonine; M. Lossen la décrivit, et indiqua sa vraie formule. Nous avons obtenu : 1° le chloroplatinate $(C^9H^{16}AzO^3Cl)^2PtCl^4$, extrêmement soluble dans l'eau, bien moins soluble dans l'alcool absolu, sauf en présence d'un excès de $PtCl^4$; poudre jaune, obtenue par précipitation en solution dans l'alcool absolu; prismes rouges obtenus par précipitation de la solution aqueuse au moyen de l'alcool, ajouté par portions, ce que vit M. Lossen; 2° le sel modifié $(C^9H^{15}AzO^3)^2$, $PtCl^4$, obtenu par simple évaporation ou échauffement des solutions du précédent, encore très soluble dans l'eau, presque insoluble dans l'alcool, même avec un excès de $PtCl^4$, ce qui permet de le séparer du sel précédent; poudre jaune cristallisant dans l'alcool chaud en fines aiguilles fasciculées; 3° le chloraurate, obtenu à la trompe, sous forme d'un vernis gommeux, jaune verdâtre, extrêmement soluble dans l'eau et dans l'alcool, ne paraissant pas se modifier; 4° le chlorhydrate, vernis jaune, difficile à dessécher, cristallise lentement d'une manière confuse; très soluble dans l'eau et dans l'alcool; 5° le sulfate de même apparence.

» L'ecgonine qui est neutre (Lossen) donne des combinaisons avec les alcalis, et celles-ci, extrêmement solubles dans l'eau et l'alcool, gommeuses et très difficilement cristallisables, retiennent énergiquement l'eau à 110°. Elles sont à réaction alcaline légère, comme les précédentes sont légèrement acides; elles ne sont pas déplaçables par CO^2. Le sel de baryum desséché à 110° a pour formule $(C^9H^{14}AzO^3)^2Ba + nH^2O$. Le sel d'argent, précipité blanc jaunâtre, relativement soluble, noircit avec une grande rapidité.

» L'ecgonine contient un CO OH acide et un OH alcoolique éthérifiés dans la cocaïne. Ces formes sont-elles associées dans une chaîne latérale en un groupement de la série lactique? Cette hypothèse ne se vérifie pas; 1gr de chlorhydrate d'ecgonine a été chauffé à 100° pendant quelques mi-

nutes avec vingt fois son poids d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau. Il ne se produit ni oxyde de carbone, ni acide formique. L'acide sulfurique ayant été éliminé par une solution de $BaCl^2$, la liqueur fut amenée à siccité. Le résidu céda à l'alcool un mélange de deux chlorhydrates, l'un gommeux, qui n'est autre que du chlorhydrate d'ecgonine, l'autre bien cristallisé. Repris par une petite quantité d'eau, le mélange donne par la baryte un précipité gélatineux répondant très approximativement à la formule $C^{18}H^{26}Az^2O^5Ba$, ce qui en fait le sel barytique d'un alcaloïde qui est à l'ecgonine ce que l'éther est à l'alcool. Les sels basiques ou acides sont un peu moins solubles et cristallisent mieux que les sels correspondants d'ecgonine. Le chlorhydrate est en groupes étoilés d'aiguilles prismatiques. Le chloroplatinate est en grands cristaux groupés en plumes, très solubles dans l'eau et dans l'alcool comme le sel précédent. Si l'on chauffe davantage, on n'obtient pas de nouveaux produits provenant d'une déshydratation plus avancée, mais le produit se résinifie.

» Le COOH de l'ecgonine jouit au contraire des caractères du carboxyle des acides carbopyridiques; 2gr de sel double obtenu dans l'action de la baryte sur la cocaïne sont distillés. Le sel se fluidifie et donne de l'eau jusqu'à 130°, puis des quantités croissantes d'une base volatile dont la majeure partie passe de 210° à 230°. C'est un liquide huileux, d'odeur vireuse, extrêmement soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme; ce dernier ne l'enlève à la solution aqueuse que lorsqu'on a sursaturé celle-ci par la potasse solide. Le chlorhydrate desséché à 100° est une masse cristalline très soluble dans l'eau, dans l'alcool, notablement dans le chloroforme. Le chloroplatinate $(C^8H^{15}AzO, HCl)^2 PtCl^4$ est un enduit jaune foncé, cristallisant lentement en faisceaux volumineux rouge orange, très altérable par la chaleur, déliquescent. Cette base est une *isotropine;* distillée sur un excès de baryte, comme le sel qui lui a donné naissance, elle donne à 160° de l'éthylamine et à 200° une huile non azotée. On sait que la tropine donne exactement, dans les mêmes conditions, de la méthylamine et une huile non azotée, ce qui a été vérifié à nouveau. Ce fait achève de fixer sur la constitution respective de ces corps.

» *La cocaïne, l'ecgonine, l'isotropine dérivent de l'éthyltétrahydropyridine, de même que la tropine dérive de la méthyltétrahydropyridine, ce qu'ont montré les travaux de M. Krant, puis ceux de M. Ladenburg. L'isotropine est la méthol-éthyltétrahydropyridine; l'ecgonine, l'acide métholéthyltétrahydropyridine carbonique; la cocaïne, diéther de la précédente, la benzométholéthyltétrahydropyridine-carbonate méthylique.* Nous pensons enfin que les bases en

$C^8H^{15}AzO$, retirées jusqu'à ce jour du règne végétal (tropine, pseud-, iso-; pelletiérine, pseudo-, iso-) et les bases voisines (oxytropine, ecgonine, méthylpelletiérine) devront être classées en deux groupes, les *tropines* et les *isotropines*.

CH^2	CH^2
CH^2 — CH	CH^2 — CH
CH^2 — CH	CH^2 — CH
$Az - CH^3$	$Az - CH^2 - CH^3$
Méthyltétrahydropyridine. Forme génératrice des tropines.	Ethyltétrahydropyridine. Forme génératrice des isotropines.

» C'est cette classification que nous entreprenons aujourd'hui (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Etudes sur l'inhalation du formène bichloré (chlorure de méthylène) et du formène tétrachloré (perchlorure de carbone).* Note de MM. **J. Regnauld** et **Villejean**, présentée par M. Vulpian.

« *Inhalation du formène bichloré* $C^2H^2Cl^2$ (*chlorure de méthylène*). — La description des propriétés physiologiques du formène bichloré a été donnée dans une Communication antérieure (²). Elle s'éloigne à tel point du tableau tracé par quelques auteurs que nous avons cru devoir varier et multiplier les expériences sur lesquelles elle s'appuie.

» Aux 15 observations qui forment la base de notre précédent travail, nous joignons la relation détaillée de 47 inhalations, dont 22 sur des chiens et 25 sur divers animaux (lapins, cobayes, souris, grenouilles).

» Tous les faits relevés récemment étant concordants avec les anciens, nous nous bornons à répéter : 1° que le chlorure de méthylène (formène bichloré) est un agent tellement redoutable pour les animaux, que nous n'oserions pas essayer ses effets sur l'homme; 2° que les chirurgiens qui l'ont préconisé ont été trompés sur la véritable nature du produit qu'ils ont administré (³).

» *Inhalation du formène tétrachloré* C^2Cl^4 (*Perchlorure de carbone*). — L'opinion des physiologistes est généralement peu favorable au tétrachlo-

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de Chimie de l'Hôtel-Dieu.

(²) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1315; 1884.

(³) *Bulletin de l'Académie de médecine*, 2ᵉ série, t. XII, p. 568.

rure ou perchlorure de carbone. Un seul auteur le considère comme supérieur aux anesthésiques usités, et par conséquent au chloroforme.

» L'analyse de divers échantillons de tétrachlorure de carbone, livrés comme purs, nous a fait reconnaître la présence de notables proportions de *sulfure de carbone* et de composés *chlorosulfurés*. Ces produits accidentels étant de nature à modifier profondément l'impression exercée sur les centres nerveux par le formène tétrachloré, il était utile de reprendre son étude à l'aide d'une combinaison entièrement purifiée par nous-mêmes.

» Voici les principaux résultats fournis par 28 expériences dont les observations détaillées sont annexées au Mémoire (20 chiens, 8 cobayes).

» 1° De même que les 3 autres dérivés chlorés du formène, le tétrachlorure de carbone est susceptible de produire l'anesthésie ou l'analgésie.

» 2° L'inhalation de ce corps détermine des phénomènes intenses d'excitation et d'agitation, accompagnés de contractures alternant avec des mouvements cloniques ou choréiques.

» 3° *Les réflexes oculaires et tendineux persistent pendant toute la durée de ces phénomènes, alors que l'abolition de ces réflexes est, après la dilatation pupillaire, un des premiers et plus constants symptômes de l'anesthésie par le chlorure de méthyle, le chlorure de méthylène et le chloroforme.*

» 4° Dans tous les cas où l'inhalation du tétrachlorure est continuée avec insistance, au moment précis où les réflexes oculaires disparaissent, une syncope cardiaque irrémédiable (respiration artificielle, courants faradiques) presque foudroyante se produit et tue l'animal.

» Si, ce qui est probable, le tétrachlorure de carbone agit sur l'homme comme sur les animaux, il doit être considéré comme un toxique des plus redoutables.

» *Conclusion générale.* — De l'ensemble de ces recherches on peut tirer les déductions suivantes :

» 1° Le formène C^2H^4, mélangé à l'air ou à l'oxygène en proportions convenables, est dépourvu de toute propriété anesthésique.

» L'inertie complète de ce gaz se maintient dans le cas même où l'inhalation s'exécute sous une pression telle que la tension du formène dans le mélange devienne égale ou supérieure à celle de l'atmosphère (méth. P. Bert). Il n'y a donc aucune assimilation possible entre ce carbure d'hydrogène et le protoxyde d'azote (cette analogie est admise par quelques physiologistes).

» 2° La substitution de 1, 2, 3, 4 équivalents de chlore à l'hydrogène dans le groupe C^2H^4 fait naître le pouvoir analgésique dans les quatre

dérivés chlorés (confirmation d'un fait connu, à l'aide de produits purs).

» 3° Contrairement à l'opinion généralement reçue, les propriétés anesthésiques ne croissent pas d'une façon progressive avec ces substitutions. Les dérivés chlorés du formène manifestent une remarquable discontinuité et appartiennent à deux types physiologiques distincts.

Type chloroforme	C^2H^3Cl (formène monochloré). C^2HCl^3 (formène trichloré).
Type perchlorure de carbone.......	$C^2H^2Cl^2$ (formène bichloré). C^2Cl^4 (formène tétrachloré).

» 4° Le formène monochloré (*chlorure de méthyle*) agit sur le système nerveux comme une sorte de chloroforme atténué. Le formène bichloré (*chlorure de méthylène*) exerce sur le cœur une influence analogue à celle du tétrachlorure de carbone, mais moins intense.

» 5° Le premier type, correspondant aux substitutions de 1 et de 3 équivalents de chlore, est relativement inoffensif (*chlorure de méthyle* et *chloroforme*).

» Le second type, correspondant aux substitutions de 2 et 4 équivalents de chlore, comprend deux agents extrêmement dangereux (*chlorure de méthylène* et *tétrachlorure* ou *perchlorure de carbone*). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets produits chez l'homme et les animaux par l'ingestion stomacale et l'injection hypodermique de cultures des microbes du liquide diarrhéique du choléra* ([1]). Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian.

« Après avoir recherché les phénomènes déterminés par le liquide diarrhéique du choléra ([2]), j'ai entrepris, depuis le 9 novembre jusqu'au 17 décembre 1884, une série d'expériences, afin d'étudier séparément l'action des microbes de ce liquide cultivés dans la gélatine peptonisée.

» Le liquide diarrhéique étant venu à manquer, et, d'autre part, les dernières cultures ayant été accidentellement infectées par des microbes du pus bleu et du pus orangé, ces expériences ont été interrompues ; cependant les résultats qu'elles ont donnés me paraissent assez intéressants pour être présentés à l'Académie.

([1]) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

([2]) *Comptes rendus*, 17 novembre 1884.

» Les premières cultures ont creusé à la partie supérieure de la gélatine peptonisée une cupule caractéristique, terminée par une pointe profonde.

» Aucune des cultures n'a donné le microbe en accent circonflexe isolé, seul. Toutes contenaient, en même temps que lui et en plus grand nombre, des vibrioniens beaucoup plus développés, bâtonnets ou spirilles.

» Je n'ai jamais retrouvé dans les cultures les bactériens très courts, doués de mouvements extrêmement rapides, qui fourmillaient dans le liquide aqueux de la diarrhée cholérique.

» Chaque culture nouvelle renfermait un nombre de bacilles en virgule ou en accent circonflexe, manifestement plus grand que la culture précédente.

» Deux sortes d'expériences ont été faites avec la gélatine-peptone et les cultures microbiques.

» I. *Expériences d'ingestion stomacale des cultures chez l'homme.* — On a détaché des tubes la partie de la masse de gélatine-peptone contenant les clous de culture, au nombre de trois pour chaque tube. On a fait l'examen microscopique d'un fragment de clous pris sur la pointe d'une aiguille et reconnu la présence des bacilles susdits, puis on a ingéré le reste du morceau de gélatine avec les microbes qui s'y trouvaient cultivés.

» A quatre reprises différentes, j'ai avalé ainsi une masse de gélatine peptone contenant des bacilles de deuxième et troisième culture sans ressentir ensuite le moindre phénomène anormal.

» II. *Injections hypodermiques des cultures chez l'homme et les animaux.* — *a*. Chez deux cobayes adultes, de moyenne taille, on a injecté sous la peau du flanc $\frac{1}{4}$ de centimètre cube d'un mélange par parties égales d'eau et de gélatine cultivée. L'opération étant faite dans l'après-midi, les deux animaux étaient trouvés morts le lendemain matin.

» A l'autopsie, on a vu que le tissu cellulaire sous-cutané était infiltré de sérosité limpide dans tout le côté du corps correspondant au point injecté, et même dans la paroi abdominale du côté opposé. Cette sérosité contenait un certain nombre de bactéries sans caractère particulier et quelques leucocytes. Il y avait de la vascularisation au niveau des piqûres d'injection. Tous les organes étaient sains.

» Sur deux autres cobayes pesant 320^{gr} et 350^{gr}, plus petits que les précédents, on a injecté, comme précédemment, $\frac{1}{8}$ de centimètre cube du même mélange. Le cobaye le moins pesant a succombé dans l'espace de vingt-quatre heures avec des lésions sous-cutanées, pareilles à celles des

deux cobayes précédents. Le cobaye plus lourd n'a rien présenté d'anormal.

» L'examen microscopique du sang des trois animaux morts n'a pas décelé la présence de bacilles ou de corpuscules microbiques.

» Sur deux cobayes plus gros, du poids de 450^{gr} à 500^{gr}, on a fait la même injection que sur les deux derniers animaux. Les deux gros cobayes n'ont pas cessé d'être bien portants.

» *b*. Afin de connaître l'action des mêmes inoculations hypodermiques sur l'homme sain, je me suis injecté, vers le milieu de l'après-midi, sous la peau de la partie moyenne de la face externe de l'avant-bras gauche, $\frac{3}{4}$ de centimètre cube d'un mélange à parties égales de gélatine cultivée et d'eau. Il y a eu immédiatement, au niveau du point injecté, une vive cuisson, qui a duré quelques minutes seulement, puis de la rougeur. Dans la soirée, la rougeur s'est étendue progressivement, en s'accompagnant d'un gonflement œdémateux, peu douloureux, qui a gagné toute la région externe de l'avant-bras, le poignet et la moitié correspondante du dos de la main. Le lendemain matin, le gonflement de l'avant-bras avait atteint son maximum. Trois jours après l'opération, on crut sentir, dans le voisinage de la piqûre, une sorte de fluctuation profonde et l'on fit des ponctions qui donnèrent issue à du sang noir.

» Ce sang, à l'examen microscopique, ne présentait pas de traces de bactériens. On fit avec lui des tentatives de cultures microbiques dans la gélatine peptonisée. En même temps, et avec la même gélatine, on fit des cultures des microbes du pus orangé et de la putréfaction animale. Deux tubes de gélatine-peptone étaient conservés intacts comme témoins.

» Les microbes du pus orangé et ceux de la putréfaction se sont développés comme à l'ordinaire dans leurs tubes respectifs.

» Les tubes dans lesquels on avait essayé de cultiver le sang noir et ceux qui servaient de témoins sont encore aujourd'hui, cinq mois après l'expérience, absolument indemnes.

» Quant au gonflement de l'avant-bras, il a commencé à décroître peu de jours après les ponctions et il a disparu peu à peu sans laisser la moindre trace. Il n'a été accompagné à aucun moment d'un symptôme quelconque étranger à ceux de l'inflammation locale.

» Ces expériences démontrent que l'ingestion stomacale des cultures des microbes du choléra peuvent ne déterminer chez l'homme aucun symptôme morbide. Elles prouvent que l'injection hypodermique de ces

cultures, chez l'homme et les animaux, peuvent, si elles sont injectées à dose relativement considérable, déterminer des phénomènes inflammatoires plus ou moins graves. Si, au contraire, la proportion de culture microbique est faible, l'injection ne produit aucun résultat.

» Si l'on compare les résultats de ces expériences dans lesquelles on s'est servi de cultures microbiques avec ceux qui ont été fournis par l'ingestion stomacale et par les injections hypodermiques du liquide diarrhéique du choléra, lesquels font l'objet de ma Communication antérieure, on est conduit à penser que les troubles physiologiques déterminés par ce dernier liquide sont dus à l'action d'une substance spéciale, mais non au développement des germes microbiques qu'il renferme.

» Ces expériences démontrent encore que le sang de l'homme et des animaux à l'état normal a la propriété de détruire les microbes de la diarrhée liquide du choléra cultivés dans la gélatine peptonisée. »

M. F. Laur adresse une Communication relative à de nouvelles coïncidences entre des explosions de grisou, des tremblements de terre et des dépressions barométriques, au milieu du mois d'avril 1885.

M. Ch. Degagny adresse une Note intitulée : « Observations sur la fécondation chez les végétaux. La cellule embryogène ou œuf ».

M. Arnaudet adresse un Mémoire portant pour titre : « Sur l'origine de la chaleur centrale du globe. Mouvement de rotation diurne ».

M. G. Patrigeon adresse une Note sur « un moyen de destruction du Calocoris ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 AVRIL 1885.

Préfecture de police. Documents sur les falsifications des matières alimentaires et sur les travaux du laboratoire municipal; deuxième Rapport. Paris, G. Masson, 1885; in-4°. (Présenté par M. Berthelot.)

Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. FREMY. T. X, *Applications de Chimie organique. Contribution à l'étude de la Chimie agricole; par* M. TH. SCHLŒSING. Paris, Dunod, 1885; in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires publiées par ordre du Ministre de la Guerre; t. IV. Paris, V. Rozier, 1884; in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XXVII, 1884. Angers, impr. Lachèse et Dolbeau, 1885; in-8°.

Maladies de la moelle épinière. Pathologie, symptômes, diagnostic, traitement; par le Dr J. ALTHAUS, traduit de l'anglais par le Dr J. MORIN. Précédé d'une préface par M. le Professeur CHARCOT. Paris, F. Savy, 1885; in-8°.

Traité de Géologie; par A. DE LAPPARENT; 2e édition, Ire Partie, pages 1 à 1008. Paris, F. Savy, 1885; in-8°.

Notice sur un nouveau système de roue hydraulique en dessus à mouvement direct, etc. — Nouveau système de roues hydrauliques en dessus à mouvement direct et cloisonnement complet; par M. DUPONCHEL. Montpellier, typogr. Boehm, sans date; 2 broch. in-8°. (Adressées par l'auteur au concours Fourneyron.)

ERRATA.

(Séance du 30 mars 1885.)

Page 917, ligne 12, *au lieu de* créatinine, *lisez* créatine.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *Paul Desains*, Membre de la Section de Physique, décédé à Paris le 3 mai. Les obsèques doivent avoir lieu le mercredi 6 mai.

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide qu'elle se formera en Comité secret immédiatement après le dépouillement de la Correspondance par M. le Secrétaire perpétuel : les Notes ou Mémoires adressés pour cette séance seront consignés au *Compte rendu*.

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année 1884, en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges;* par M. **G.-A. Hirn.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Résumé des observations météorologiques faites, dans le Haut-Rhin, l'année dernière. Pour les détails des stations, des instruments, etc., etc., je me permets de renvoyer les lecteurs aux *Comptes rendus* des séances du 30 janvier 1882, des 30 avril et 7 mai 1883 et du 4 février 1884; et je remercie publiquement MM. Scheu-

rer (Thann), Léonhart (Munster), Defranoux (Schlucht), pour le concours qu'ils continuent à me prêter dans les observations.

Observations actinométriques.

	$t_1 - t_0$. moy.	$t_1 - t_0$. max.	Nombre de jours d'observations par mois.
	°	°	
Janvier	20,5	21,0	4
Février	23,4	27,5	10
Mars	24,8	28,0	12
Avril	27,2	29,0	10
Mai	25,6	27,5	11
Juin	27,3	31,5	9
Juillet	24,8	28,5	16
Août	24,7	26,0	17
Septembre	24,7	27,2	14
Octobre	24,6	26,5	4
Novembre	21,4	23,6	8
Décembre	19,7	20,5	4

» Les remarques que j'ai présentées (*Comptes rendus* du 30 avril 1883), relativement aux observations actinométriques, s'appliquent à fort peu près encore ici.

Tableau relatif aux vents.

	Vents dominants à Colmar.	Vitesse moyenne.	Vitesse maxima.	Nombre de jours où le vent a été notable.
		m"	m"	
Janvier	S.-S.-O.	6	21	8
Février	N.	2	7,5	10
	S.	4	11	10
Mars	S.	2	11	6
	N.	2	3	7
Avril	N.	2	8	17
Mai	S.-S.-O.	4	14	8
	N.	3,5	6	10
Juin	N.-N.-E.	3,5	8	12
Juillet	S.	3,8	40	12
Août	N.-N.-E.	3	8	8
Septembre	N.-N.-O.	2,5	5	12
Octobre	S.-S.-O.	4,7	18	14
Novembre	S.	3,2	11	11
Décembre	S.-S.-O.	5	30 (S.-O.-O.)	16
	N.	3,5	10	9

Mois.	Température. Minima. Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	Maxima. Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.
	°	°	°	°	°	°	°	°
Janvier..	— 2,7	1,22	1	— 0,3	0,8	4,91	6,66	5,4
Février..	— 2,7	1,40	0,69	0,1	1,7	6,10	8,14	6,6
Mars....	— 2,3	2,54	1,55	0,7	5	10,15	14,25	10,9
Avril..	— 1,2	3,35	3,72	2,7	5,8	10,35	14,35	12,7
Mai...	4,4	8,86	9,25	8,2	13,2	17,40	22	19,8
Juin....	4,3	9,20	10,07	8,8	12,5	16,62	21,23	19
Juillet...	9,3	14,13	14,16	13,4	19,5	23,23	28,52	25,3
Août....	9,6	12,90	13,10	12,6	19	23,12	27,66	24,3
Sept....	6,2	10	8,87	9,3	14,2	19,20	23,16	18,7
Octobre.	0,7	5,50	5,73	4,8	5,4	10,73	14,06	11,5
Nov....	— 2,9	— 0,19	— 0,08	— 0,2	0,7	5,20	7,49	5,7
Déc....	— 5	0,33	— 0,29	— 0,7	— 1	3,70	5,22	4,2
	1,47	5,77	5,65	5	8,07	12,56	16,06	13,7

	Pression atmosphérique. Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	*Eau tombée* (hauteur en millimètres). Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.
	m	m	m	m	mm	mm	mm	mm
Janvier..	0,6682	0,73455	0,75120	0,7397	100,7	43	15	90,6
Février.	0,6645	0,72997	0,74695	0,7351	72,1	44,5	24,5	70
Mars...	0,6631	0,72965	0,74456	0,7328	20,2	6,2	8	9,2
Avril...	0,6580	0,72225	0,73868	0,7270	55,6	38,1	26,2	36,5
Mai....	0,6661	0,72960	0,74585	0,7348	157,5	64	34	109
Juin....	0,6650	0,72841	0,74462	0,7335	82	28	41,1	60,4
Juillet..	0,6671	0,72973	0,74560	0,7353	101,7	37,2	22,8	68,4
Août...	0,6669	0,73066	0,74577	0,7350	49,3	28,2	34,5	26,7
Sept....	0,6674	0,73112	0,74720	0,7358	89,3	26,9	12,5	61,7
Octobre.	0,6661	0,73064	0,74751	0,7355	128,2	41,3	13,1	54
Nov....	0,6657	0,73223	0,74925	0,7369	18	17,9	6,3	29,7
Déc....	0,6609	0,72695	0,74425	0,7322	191,4	125	37,5	237,8
	0,66492	0,72965	0,74595	0,7345	1m,066	0m,5003	0m,2755	0m,854

» La partie de ce Tableau relative aux quantités d'eau tombée nous montre que la différence entre la Schlucht et Colmar est encore plus accentuée que de coutume : la hauteur à la Schlucht étant presque quadruple de celle de Colmar. La quantité totale d'eau tombée est, comme on voit, très faible. D'après le registre de mon frère Ferdinand Hirn, une quantité

aussi petite n'a pas été observée depuis 1850. D'après le même registre, le maximum ($0^m,72$) a eu lieu en 1872.

Orages à Colmar.

Mai.........	Le 6, tonnerre à $1^h 25^m$ soir (pluie et grêle).
Juin........	Le 9, tonnerre le matin (grésil).
»	Le 14, orage de $5^h 15^m$ soir à $5^h 45^m$ soir.
Juillet.......	Le 5, orages le soir.
»	Le 8, tonnerre à l'Est, le soir.
»	Le 16, tonnerre à $1^h 30^m$ soir (ouragan).
Août...	Le 3, tonnerre après midi.
»	Le 11, orage à midi 15^m.
»	Le 12, orage à 2^h soir (pluie).
»	Le 14, orage à 4^h soir.
»	Le 18, orages à partir de $4^h 30^m$ soir (pluie).
»	Le 20, orages à $9^h 30^m$ m. au S.; à 10^h m.; et à $3^h 45^m$ s.
»	Le 26, orage le matin (pluie).

» Comme phénomène particulier, je n'en ai que deux à signaler :

» 1° La gelée du mois d'avril qui a été fatale aux vignes, etc.;

» 2° Et le coup de vent du 16 juillet, sur lequel je crois devoir présenter quelques détails.

» La matinée a été relativement calme; le ciel était nuageux; le vent soufflait du S.-S.-E., avec une vitesse de 1^m à 3^m à peine; le baromètre a peu varié ($0^m,7420$ à 6^h m.; $0^m,7405$ à midi; $0^m,7432$ à 7^h s.); vers midi, le thermomètre est allé à 37°. Le petit Tableau suivant indique les singularités de la marche du phénomène.

A $10^h 15^m$ m.........	E.	1^m
A $11^h 15^m$...........	S.-E.	$3^m,5$
De $11^h 30^m$ à $12^h 45^m$ s..	S.-S.-E.	de 5^m à $8^m,5$
De 1^h à $1^h 30^m$.......	S.	de 4^m à 9^m
A $1^h 30^m$............	S.	de 36^m à 44^m (coup de tonnerre)
A $1^h 35^m$............	S.-O.	35^m
De $1^h 40^m$ à $2^h 30^m$....	O.	de 11^m à 4^m
A $2^h 40^m$...........	N.-E.-E.	6^m
A 4^h..............	N.-E.-E.	4^m
A $5^h 30^m$...........	N.	3^m
A $6^h 45^m$...........	S.-S.-E.	6^m
A 8^h..............	S.-S.-E.	4^m
A 9^h..............	S.	7^m

» Deux faits ont été frappants : la rapidité avec laquelle s'est manifesté

ce coup de vent, et le peu de largeur du torrent aérien. A la Schlucht, le vent a été peu intense; et d'après des renseignements (fort imparfaits d'ailleurs) qui me sont parvenus, le courant était limité aussi du côté de la chaîne de la Forêt-Noire. Je n'ai pu savoir sur quelle longueur se sont exercés les ravages de la tempête. Ceux-ci ont été considérables : arbres très puissants déracinés, toitures enlevées, cheminées très solides renversées, etc.

» L'aspect de l'atmosphère m'a particulièrement frappé. Mon observatoire est situé à environ 5^{km} du pied des Vosges; au début de l'ouragan, j'ai vu se former dans la plaine, entre la chaîne de montagnes et ma localité, comme un fleuve de nuages abaissés jusqu'à terre, me masquant complètement la vue des Vosges et marchant avec une rapidité incroyable. Je dis : nuages abaissés jusqu'à terre; ce n'était en effet pas, comme il arrive pendant la plupart des orages, l'averse de pluie qui produisait cet effet; car il est tombé fort peu d'eau : $0^m,002$ à peine. Je n'ai entendu qu'un seul coup de tonnerre pendant l'ouragan. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Sacc appelle l'attention de l'Académie sur les propriétés d'une plante qu'il désigne sous le nom de *Sano-Lano* et dont les feuilles sont employées en Bolivie dans le traitement des plaies.

La lettre de M. Sacc ainsi que les échantillons de feuilles et de graines qui l'accompagnent sont renvoyés à l'examen de MM. Duchartre et Vulpian.

M. J. Chamard soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Propulseur pneumatique des aérostats. »

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. S. Vilallongue appelle l'attention de l'Académie sur les variations du baromètre et de l'hygromètre en temps de choléra.

Le même auteur adresse une Note relative à l'influence que les trépidations du sol exerceraient sur le Phylloxera. A l'appui de l'opinion qu'il a déjà émise dans une Communication présentée à l'Académie le 19 mai 1884, il cite l'observation faite récemment à Malaga de ceps de vigne phylloxérés

que l'on considérait comme morts et qui ont repoussé avec vigueur à la suite des tremblements de terre.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie un extrait d'une lettre adressée le 11 avril dernier par le Consul de France à Malaga, au sujet des oscillations du sol qui ont continué à se produire dans cette localité.

(Renvoi à l'examen de M. Fouqué.)

M. **A. Charpentier** adresse une analyse manuscrite des Mémoires relatifs à la physiologie de la vision, qu'il a présentés au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Latapie** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire portant pour titre : « De la diphtérie, symptômes, nature, traitement ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

MM. **Ch. Eloy** et **H. Huchard** adressent à l'Académie, pour le Concours de Physiologie expérimentale de la fondation Montyon, un Mémoire intitulé : « Recherches expérimentales sur l'action physiologique et toxique de l'écorce de Quebracho et de ses principaux alcaloïdes ».

(Renvoi à la Commission du Concours de Physiologie expérimentale.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse un exemplaire de la première partie d'un Rapport sur l'éruption de « Krakatau », par M. *Verbeck*.

M. le **Président de l'Association médicale de la Charente** prie l'Académie de se faire représenter à l'inauguration de la statue du Dr *Bouillaud*, qui aura lieu à Angoulême le 16 mai prochain.

M. Vulpian accepte la mission qui lui est confiée de représenter l'Académie à cette cérémonie.

M. **E. Boissier**, élu Correspondant pour la Section de Botanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Le Roy de Keraniou** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Géographie et Navigation.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **E.-L. Trouessart** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant laissée vacante, dans la Section de Zoologie, par le décès de M. *Mulsant*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *A. Durand-Claye*, intitulé : « Assainissement de la Seine ».

2° La livraison de juillet 1884 du *Bullettino*, publié par M. le prince Boncompagni. Ce numéro contient la Correspondance de *René-François de Sluse*, publiée pour la première fois et précédée d'une Introduction, par M. *C. Le Paige*.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Application des lois générales de la théorie de la partition des nombres aux fonctions numériques*. Note de M. **N. Bougaieff**, présentée par M. Darboux.

« 1. Les deux lois générales développées dans une Communication précédente ([1])

$$\text{(I)}\qquad \mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=\rho}\Big\{[n-(\mu+1)\psi(u)]\varphi(u)\sum_{n-\psi(u)}[\varphi(x_1)\varphi(x_2)\ldots\varphi(x_\mu)]\Big\}=0,$$

$$\text{(II)}\qquad \mathop{\mathrm{S}}_{u=1}\Big\{[n-(\mu+1)\psi(u)]\,\mathrm{N}[n-\psi(u)]\Big\}=0$$

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 1123.

peuvent être appliquées aux fonctions $\psi(u)$ qui, restant entières et positives, satisfont seulement à la condition

$$\psi(\infty)=\infty.$$

» En admettant que

$$\psi(u)=\int(u),$$

où $\int(u)$ exprime la somme des diviseurs du nombre entier u, la loi (II) pour $\mu=2$ nous donne la loi particulière

$$\text{(1)}\qquad S[n-3\int(u)]\,P[n-\int(u)]=0,$$

où $P(n)$ exprime le nombre des solutions de l'équation

$$\int(u)+\int(v)=n.$$

» Dans l'expression de la loi (1),

$$[n-3\int(1)]\,P[n-\int(1)]+[n-3\int(2)]\,P[n-\int(2)]+\ldots=0$$

ou

$$(n-3)\,P(n-1)+(n-9)\,P(n-3)+(n-12)\,P(n-4)+\ldots=0,$$

il faut seulement omettre tous les membres avec les arguments négatifs sous le signe P.

» *Exemple.* — Pour $n=10$, la loi (1) donne

$$\begin{aligned}&[10-3\int(1)]\,P[10-\int(1)]+[10-3\int(2)]\,P[10-\int(2)]\\&+[10-3\int(3)]\,P[10-\int(3)]+[10-3\int(4)]\,P[10-\int(4)]\\&+[10-3\int(5)]\,P[10-\int(5)]+[10-3\int(7)]\,P[10-\int(7)]=0.\end{aligned}$$

» Nous avons omis le membre $[10-6\int(6)]\,P[10-\int(6)]$, parce que $P[10-\int(6)]=P(-2)$ contient l'argument négatif sous le signe P.

» La dernière égalité donne

$$7P(9)+P(7)-2P(6)-11P(3)-8P(4)-14P(2)=0.$$

» En considérant les égalités

$$\begin{aligned}&9=\int(1)+\int(7)=\int(7)+\int(1)=\int(2)+\int(5)=\int(5)+\int(2),\\&7=\int(1)+\int(5)=\int(5)+\int(1)=\int(2)+\int(3)=\int(3)+\int(2).\\&6=\int(2)+\int(2),\\&4=\int(1)+\int(2)=\int(2)+\int(1),\\&2=\int(1)+\int(1),\end{aligned}$$

nous avons

$$P(9)=4,\quad P(7)=4,\quad P(6)=1,\quad P(4)=2,\quad P(3)=0,\quad P(2)=1;$$

donc

$$7.4+4-2.1-8.2-14.1=0.$$

» 2. En appliquant la loi (I) à l'équation

$$E\sqrt{x_1}=n, \tag{2}$$

où $E(x)$ représente le plus grand nombre entier non supérieur à x, nous obtenons une loi

$$\mathrm{S}\left[(n-2E\sqrt{u})\,\varphi(u)\sum_{n-E\sqrt{u}}\varphi(x_1)\right]=0. \tag{3}$$

» Toutes les solutions de l'équation (2) sont exprimées par la série des nombres entiers

$$x_1=n^2,\quad n^2+1,\quad n^2+2,\quad \ldots,\quad (n+1)^2-1=n^2+2n.$$

Donc

$$\sum_n \varphi(x_1)=\mathop{\mathrm{S}}_{\nu=n^2}^{\nu=n^2+2n}\varphi(\nu),$$

$$\sum_{n-E\sqrt{u}}\varphi(x_1)=\mathop{\mathrm{S}}_{\nu=(n-E\sqrt{u})}^{\nu=(n-E\sqrt{u})^2+2(n-E\sqrt{u})}\varphi(\nu).$$

» La loi (3) prend la forme

$$\mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=n^2-1}\left[(n-2E\sqrt{u})\,\varphi(u)\mathop{\mathrm{S}}_{\nu=(n-E\sqrt{u})^2}^{\nu=(n-E\sqrt{u})^2+2(n-E\sqrt{u})}\varphi(\nu)\right]=0. \tag{4}$$

» Pour $\varphi(\nu)=1$, la loi (4) prend la forme

$$\mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=n^2-1}(n-2E\sqrt{u})(2n+1-2E\sqrt{u})=0. \tag{5}$$

» Cette formule donne les moyens de calculer immédiatement

$$\mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=N}(E\sqrt{u})^2,$$

si l'on prend en considération la formule démontrée par moi

$$\mathop{\mathrm{S}}_{u=1}^{u=n} \mathrm{E}\sqrt{u} = (n+1)\mathrm{E}\sqrt{n} - \tfrac{1}{6}\mathrm{E}\sqrt{n}(1+\mathrm{E}\sqrt{n})(1+2\mathrm{E}\sqrt{n}). \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la régulation de la vitesse des moteurs électriques.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Les considérations exposées dans ma Note précédente [1] ont permis de déterminer le sens et la grandeur des variations d'intensité que doit éprouver le champ magnétique d'une machine magnéto-électrique servant de réceptrice lorsque le couple résistant qui lui est appliqué vient à varier et qu'on veut cependant maintenir constante sa vitesse de rotation, la différence de potentiel aux bornes de cette machine étant rendue invariable par un procédé quelconque. Désignons par

ε la différence de potentiel aux bornes de la machine;
i l'intensité du courant qui traverse le premier enroulement de l'inducteur;
i' l'intensité du courant qui traverse le second enroulement et l'anneau;
n le nombre de spires du premier enroulement;
n' le nombre de spires du second enroulement;
r la résistance du premier enroulement;
r' la somme des résistances du second enroulement et de l'anneau;
E la force électromotrice inverse développée par la rotation de l'anneau;
v la vitesse de l'anneau exprimée en tours par seconde.

» L'intensité i du courant qui traverse le premier enroulement a pour valeur

$$i = \frac{\varepsilon}{r},$$

et l'intensité i' du courant qui traverse l'anneau et le second enroulement est donnée par l'équation

$$i' = \frac{\varepsilon - \mathrm{E}}{r'}.$$

» Dans cette seconde équation la force électromotrice inverse E de l'anneau est proportionnelle à la vitesse v de l'anneau et à l'intensité du champ

[1] *Comptes rendus* de la séance du 27 avril, p. 1128.

magnétique. Mais l'intensité du champ magnétique produit par une hélice de n spires, traversée par un courant i, est une fonction du produit ni; si une seconde hélice de n' spires, traversée par un courant i', agit en même temps que la première sur le noyau de fer de l'inducteur et si les deux hélices s'enchevêtrent mutuellement de façon à occuper pour ainsi dire la même position par rapport au noyau de fer (ce qui est facile en les composant de sections appartenant alternativement à l'un et à l'autre enroulement), l'intensité du champ sera une fonction de $ni \pm n'i'$. Les courants agissant en sens contraire, comme nous l'avons vu plus haut, il faut adopter le signe $-$. Le binôme $ni - n'i'$ peut s'écrire

$$n'\left(\frac{n}{n'}\,i - i'\right)$$

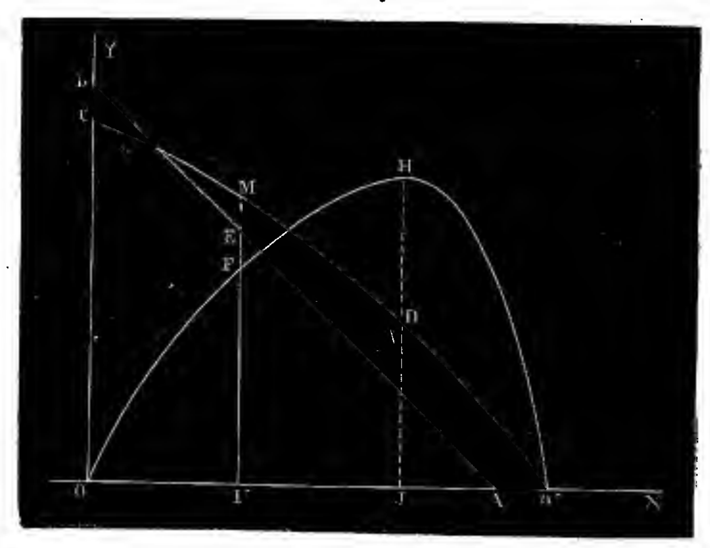
ou, en remplaçant i par sa valeur et en posant $\frac{n\varepsilon}{n'r} = i_0$,

$$n'(i_0 - i').$$

Le champ magnétique est donc le même que celui qui serait produit par une hélice de n' spires traversée par un courant dont l'intensité serait

$$i_0 - i'.$$

» Prenons maintenant deux axes rectangulaires OX, OY. Portons sur l'axe des x l'intensité du courant i' qui traverse l'anneau et le second



enroulement, et sur l'axe des y la force électromotrice inverse e correspondante développée par cet anneau lorsque $v = 1$. Prenons $OO' = i_0$ à partir de O', portons de droite à gauche les valeurs de $i_0 - i'$ en faisant

croître i' depuis zéro jusqu'à i_0; la courbe O'DMC que nous obtiendrons n'est autre qu'une caractéristique dont la concavité est tournée vers les x négatives, au lieu d'être tournée vers les x positives, comme cela a lieu habituellement.

» Proposons-nous de trouver la vitesse que prend cette machine lorsqu'on met ses bornes en communication avec une source d'électricité qui les maintient à une différence de potentiel constante et qu'on applique à l'anneau un couple résistant déterminé. Le travail mécanique exprimé en watts développé par l'anneau dans l'unité de temps est égal à $\mathrm{E}i'$ ou, en remarquant que $\mathrm{E} = ve$, vei'; le travail par tour a donc pour expression ei', c'est-à-dire le produit de l'abscisse OI' par l'ordonnée I'M de la caractéristique. Construisons une nouvelle courbe OFHO', que nous appellerons la *courbe des moments*, ayant pour abscisses les différentes valeurs de i', et pour ordonnée des longueurs proportionnelles à $\mathrm{OI'} \times \mathrm{I'M}$ ou ei'. Il est facile de voir que cette courbe coupe l'axe des x à l'origine et en O'. Lorsque la caractéristique O'DMC est une droite, la courbe des moments est une parabole dont le sommet H a pour abscisse $\frac{\mathrm{OO'}}{2}$.

» Reprenons l'équation $i' = \frac{\varepsilon - \mathrm{E}}{r'}$; elle donne $\mathrm{E} = \varepsilon - r'i'$. Portons les valeurs de E sur l'axe des y et celles des i' sur l'axe des x, nous obtenons la droite AB qui coupe l'axe des x à une distance de O égale à $\frac{\varepsilon}{r'}$, et l'axe des y au point B qui a pour ordonnée $\mathrm{E} = \varepsilon$.

» La caractéristique O'DMC, la courbe des moments OFHO' et la droite AB vont nous permettre de trouver la vitesse que prend la machine. En effet, le couple résistant étant représenté par FI', l'intensité OI' est immédiatement donnée par la courbe des moments. Or, à cette intensité correspond une force électromotrice I'E qui est donnée par l'équation $\mathrm{E} = \varepsilon - ri'$ dont la droite AB est la représentation géométrique. Mais, d'autre part, cette même force électromotrice déduite de la caractéristique aurait pour valeur $\mathrm{I'M} = e$.

» La relation $\mathrm{E} = ve$ donne $v = \frac{\mathrm{E}}{e}$. *La vitesse cherchée est donc donnée par le rapport de* I'E *à* I'M.

» Pour rendre la vitesse constante, il faudrait pouvoir rendre ce rapport constant. Cela n'est rigoureusement possible que si la caractéristique est une droite et que la droite AB passe par O', ce qui conduit à l'équation de condition $\frac{\varepsilon}{r'} = \frac{n\varepsilon}{n'r}$, d'où $nr' = n'r$.

» Si cette condition était remplie, il en résulterait une conséquence

curieuse, c'est que la machine, une fois réduite au repos, ne pourrait plus en sortir, parce que le champ magnétique serait toujours nul, quelle que fût l'intensité du courant. Si, au lieu de chercher à rendre rigoureusement constante la vitesse de la machine, ce qui est impossible, on se donne les limites supérieure et inférieure qu'on entend lui assigner, la même construction permet de résoudre la question avec une grande facilité.

» Enfin, si l'on suppose la vitesse de régime établie et le couple résistant très petit, on peut le faire croître depuis zéro jusqu'à JH; l'intensité croîtra elle-même de zéro à OJ et l'allure de la machine sera stable, mais, si l'on vient à dépasser la charge JH, l'équilibre devient instable et la machine s'arrête complètement, quand bien même on abaisserait la valeur du couple résistant au-dessous de JH lorsqu'on s'aperçoit d'une diminution dans la vitesse.

» Cette méthode permet, d'ailleurs, de résoudre une foule d'autres questions dans le détail desquelles je ne puis entrer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la suppression des vapeurs nitreuses de la pile Bunsen et sur une nouvelle pile se dépolarisant par l'air.* Note de M. **A. d'Arsonval.**

« La suppression des vapeurs nitreuses dans l'élément Bunsen a préoccupé plusieurs inventeurs. Dans une Note récente, M. A. Dupré propose d'ajouter à l'acide azotique du bichromate de potasse pour atteindre ce but. Cette remarque avait déjà été faite par Ruhmkorff qui me l'a communiquée personnellement en 1869. Le célèbre constructeur ne manquait jamais d'indiquer cette recette à ses clients, et l'un d'eux, M. Ernest Saint-Edme l'a même publiée dans les termes suivants en 1871 [1] :

« M. Ruhmkorff nous a indiqué un procédé qui neutralise les émanations de vapeurs hyponitriques. Ce procédé consiste à filtrer l'acide nitrique sur des cristaux de bichromate de potasse. La force électromotrice ne change pas et les émanations cessent. »

» J'ai employé maintes fois ce moyen qui réussit bien pendant les premières heures, surtout si l'on ne demande pas à la pile un courant trop intense. Les vapeurs nitreuses reparaissent, moins abondantes il est vrai, à mesure que la pile fonctionne. Cela se comprend très bien : tant qu'il existe de l'acide chromique, ce corps oxyde les vapeurs nitreuses jusqu'au

---

[1] *L'électricité appliquée aux arts mécaniques, à la marine, au théâtre*, p. 14; par Ernest Saint-Edme. Paris, Gauthier-Villars, éditeur; 1871.

moment ou il est transformé en azotate de chrome. A partir de ce moment, la pile fonctionne comme une pile à acide azotique dilué.

» Le sel de chrome provenant de la réduction de l'acide chromique n'agit pas pour absorber le bioxyde d'azote, cette propriété appartenant seulement, comme l'a montré M. Peligot, aux sels de protoxyde. En substituant l'acide azotique à l'acide sulfurique dans le mélange de Poggendorff, on diminue le coefficient de dépolarisation du liquide. De plus, la présence de l'acide azotique présente le double inconvénient de répandre des vapeurs acides et d'attaquer le zinc à circuit ouvert, ce qui n'a pas lieu avec le liquide de Poggendorff (bichromate et acide sulfurique), surtout en adoptant la disposition de M. Füller (zinc au centre, trempant dans un peu de mercure). Ce genre de piles est absolument inodore, travaille très peu à circuit ouvert, surtout si l'on a soin de purifier l'acide sulfurique avec l'huile, comme je l'ai indiqué.

» En 1880, au cours des recherches citées plus bas, j'ai employé, pour supprimer les vapeurs nitreuses, un moyen très efficace, mais peu pratique, et que pour cette raison je n'ai pas signalé dans mon travail.

» Ce moyen consiste à ajouter de l'urée à l'acide azotique. En présence des vapeurs nitreuses, la décomposition de l'urée a lieu et il se dégage de l'azote et de l'acide carbonique, l'ammoniaque et l'eau se combinant avec l'acide azotique en excès. Le même effet se produit si l'on étend l'acide azotique avec de l'urine. Dans ce dernier cas, la décomposition, par suite de la présence du mucus, s'accompagne d'une grande quantité de mousse, mais la suppression des vapeurs nitreuses est absolue comme avec l'urée pure.

» Le principal inconvénient, au point de vue industriel, de la pile Bunsen n'est peut-être pas tant dans les vapeurs nitreuses qu'elle dégage, mais plutôt dans le véritable gaspillage d'acide azotique auquel elle donne lieu. Dans une série de recherches sur les piles [1], j'ai montré que l'élément Bunsen n'utilisait pour la dépolarisation qu'environ 130^{gr} par kilo d'acide et que le poids d'acide dépensé s'élevait en moyenne au décuple du zinc brûlé quand on demande à la pile son travail maximum. J'ai indiqué à ce propos différents moyens, devenus industriels, d'utiliser, pour la dépolarisation, tout l'acide azotique en supprimant presque complètement les émanations nitreuses. Je renvoie pour les détails aux publi-

[1] Voir *la Lumière électrique; Recherches sur les piles*, 1881; HOSPITALIER : *Formulaire pratique de l'électricien;* HIPPOLYTE FONTAINE : *l'Électrolyse*, etc.

cations indiquées en Note. Dans toutes les piles à dépolarisant, ce qui coûte cher, c'est surtout le dépolarisant; le zinc n'entre que pour un prix minime, relativement, dans la dépense de ces électromoteurs.

» J'ai fait plusieurs essais pour arriver à puiser dans l'air, par un procédé indirect, un dépolarisant qui ne coûte rien : l'oxygène. Voici jusqu'à présent le procédé qui m'a donné le meilleur résultat : dans un élément Bunsen plat, je remplace l'acide azotique entourant le charbon par une solution de bichlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique. A circuit ouvert, l'élément a une force électromotrice de $1^{volt},5$ environ. Quand on ferme le circuit, on obtient un courant de 8 à 12 ampères, avec l'élément plat modèle de Ruhmkorff. La solution cuivrique est décomposée, le cuivre se dépose sur la lame de charbon, mais il ne peut y rester. En présence de l'acide chlorhydrique et de l'air, ce cuivre se redissout presque instantanément. On rend la dissolution encore plus rapide, soit en augmentant la surface de la lame de charbon, soit en insufflant un peu d'air dans le vase poreux.

» On voit que dans cette combinaison le chlorure de cuivre se régénère constamment et qu'en fin de compte c'est l'oxygène de l'air qui sert de dépolarisant. Je me contente de signaler aujourd'hui cette combinaison pour prendre date; je ferai connaître ultérieurement à l'Académie le dispositif qui m'aura le mieux réussi. »

TÉRATOLOGIE. — *Un nouveau genre dans la famille des Cyclocéphaliens;* par M. A. LAVOCAT.

« La famille des Cyclocéphaliens est caractérisée par l'atrophie plus ou moins prononcée du nez et des yeux : il en résulte, dans les divers genres, que les orbites sont plus ou moins rapprochées ou même qu'elles sont réunies en une seule, contenant des yeux contigus, soudés ou réduits à l'état d'une petite masse rudimentaire.

» Sur un agneau mort-né, un peu avant le terme, le nez et les yeux manquent complètement, et, à la place des orbites, on voit, dans le plan médian, une cavité formée par la réunion des deux fosses temporales. En même temps, la langue, les oreilles et toutes les parties correspondant à ces organes sont à l'état normal.

» Cette anomalie se rattache donc, non à la famille des Otocéphaliens, mais à celle des Cyclocéphaliens, dont elle diffère en ce qu'elle est plus grave : l'atrophie du nez et des yeux étant portée jusqu'à la suppression.

En conséquence, il y a lieu d'établir un nouveau genre et de le désigner sous le titre d'*Ophtalmocéphale*, qui est conforme à l'esprit de la nomenclature instituée par Geoffroy Saint-Hilaire.

» Il est à remarquer que l'absence du nez et des yeux est accompagnée de celle des parties profondes qui sont en corrélation avec ces organes sensitifs : ainsi, en même temps que le nez manque, le vomer, l'ethmoïde et les os du nez sont entièrement supprimés; de même, avec la non-existence des yeux, le frontal, le sphénoïde antérieur, le lacrymal, etc., ont disparu, et il n'en reste rien, pas même des vestiges. Au contraire, toute la partie postérieure de la tête est complète et le crâne est fermé en avant par la conjonction des pariétaux avec le sphénoïde postérieur.

» Il y a dans ces faits une remarquable démonstration des lois qui dominent les corrélations organiques et une nouvelle preuve que les anomalies viennent souvent confirmer les règles qui président aux constructions normales. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la canalisation des cellules et la continuité du protoplasma chez les végétaux*. Note de M. **L. Olivier**, présentée par M. Duchartre.

« I. J'ai dit, il y a trois ans [1], que la Photographie, appliquée à l'étude des infiniment petits, peut révéler des détails de structure qui n'impressionnent pas la rétine. A l'appui de cette assertion, j'ai publié [2] la description d'un cliché où l'on voit sur les parois des cellules un ensemble de sculptures et de perforations, inappréciables au microscope.

» En cherchant à perfectionner cette nouvelle méthode d'investigation, j'ai confirmé dans les membranes cellulaires des végétaux l'existence d'un système de canaux sur lesquels je demande à l'Académie la permission d'attirer son attention.

» Quel que soit le grossissement auquel on observe les tissus vivants des plantes, on n'aperçoit généralement aucune communication d'une cellule à l'autre [3]. Aussi a-t-on considéré, jusqu'à ces derniers temps, comme absolument indépendantes et tout à fait isolées les unes des autres les petites masses protoplasmiques qui constituent la matière vivante de

---

(1) *Revue scientifique* du 8 avril 1882, 3e série, t. III, p. 433.

(2) *Ibid.*, p. 434 et note de la page 435.

(3) Sauf dans le cas des éléments grillagés, dont la structure et la localisation toute spéciale dans la plante sont aujourd'hui bien connues.

chaque cellule : ces petites masses paraissent, en effet, enfermées chacune dans une alvéole complètement close ([1]). Il en résultait l'impossibilité d'attribuer à deux protoplasmas voisins d'autres rapports que des échanges osmotiques à travers la cloison pleine qui les sépare. Telle a été la conception générale de l'organisation végétale qu'exposent les ouvrages classiques les plus récents.

» Mes recherches m'ont conduit à un résultat tout différent. Dans l'épaisseur des parois membraneuses, j'ai observé de nombreux canaux et constaté qu'ils assurent la continuité du protoplasma à travers les cloisons des cellules ([2]).

» II. L'existence de ces canaux, extrêmement ténus, qui traversent de part en part les parois cellulaires, échappe aux procédés ordinaires d'investigation, mais peut être attestée par l'emploi des méthodes suivantes :

» 1. *Photographie.* — On pratique des coupes minces à travers des tissus vivants dont la croissance est terminée. On fait la photographie *directe* des coupes, au grossissement de 300 à 700 diamètres. En adoptant pour cette opération le dispositif que j'ai déjà décrit ([3]), on arrive à obtenir des clichés d'un intérêt particulier. Sur ces clichés, examinés à la loupe, les membranes cellulaires apparaissent en effet dans un état de complication très surprenant ([4]) : elles se montrent diversement perforées, creusées de canaux, les uns transversaux, les autres longitudinaux, qui établissent une communication entre les contenus des cellules ([5]). Il semble impossible d'expliquer

---

([1]) Les murs de cette prison sont formés de substance ternaire : cellulose, lignine, cutine, etc.

([2]) M. Tangl a décrit en 1880 des perforations dans les membranes cellulaires de l'endosperme des *Strychnos, Phœnix, Areca.* En 1881, dans mes *Recherches sur l'appareil tégumentaire des racines,* j'ai signalé chez les Monocotylédones des tissus dont les cellules communiquent entre elles au moyen d'étroits canaux. M. Strasburger, M. Russow (1882), M. Gardiner (1882-1883), M. Schaarschmidt (1884), ont observé dans plusieurs tissus et surtout dans l'albumen d'un grand nombre de graines une disposition analogue, et l'ont mise en évidence par l'emploi des matières colorantes.

([3]) *Recherches sur l'appareil tégumentaire des racines,* appendice; et *Revue scientifique,* t. III, p. 429 et suiv.

([4]) Ex : *Lappa communis,* var. *major, Ruyschia Souroubea, Clusia Liboniana, Buxus sempervirens, Ruscus aculeatus,* etc.

([5]) Ces canaux diffèrent donc absolument des culs-de-sac souvent décrits sous le nom défectueux de *canalicules* dans les membranes épaisses.

par un phénomène de diffraction cette apparence de canaux sur la glace photographique.

» 2. *Observation directe.* — Après avoir constaté cette structure sur mes clichés, même sur des clichés anciens qui n'avaient pas été faits en vue de l'étude des membranes cellulaires, j'ai cherché à la voir directement. Dans ce but j'ai observé mes préparations aux grossissements de 700 à 900 diamètres, dans une chambre noire traversée par un microscope, de telle sorte que mon œil ne fût impressionné que par la lumière sortant de cet instrument. Dans ces conditions j'ai réussi à voir nettement les interruptions des parois cellulaires chez plusieurs plantes ([1]). Toutefois ce procédé d'observation est, dans la plupart des cas, tout à fait insuffisant.

» 3. *Coloration des coupes.* — J'ai obtenu un meilleur résultat en colorant d'une façon exclusive, soit les membranes cellulaires de mes préparations, soit les éléments de nature protoplasmique après fixation, turgescence ou contraction au moyen de réactifs appropriés. Dans le premier cas, les cloisons observées dans les conditions que je viens d'indiquer présentent çà et là des lacunes incolores, du moins chez certaines espèces de végétaux. Dans le second cas, on voit les parois des cellules se détacher en blanc sur un fond coloré; les canaux qui traversent ces cloisons sont alors appréciables, puisqu'ils sont colorés comme le protoplasma fondamental lui-même ([2]).

» 4. *Injection dans les organes.* — J'ai essayé aussi de faire pénétrer lentement sous pression dans les organes à étudier un liquide susceptible de colorer le protoplasma; j'ai fait ensuite des coupes à travers ces organes. L'injection réussit rarement; mais, quand elle a lieu d'une façon assez régulière, ce procédé conduit à un résultat identique au précédent ([3]).

» IV. Cet ensemble de faits confirme qu'au moins dans un grand nombre de cas les parois cellulaires livrent passage au protoplasma par d'étroites ouvertures; de sorte que, dans les tissus de tel végétal où jusqu'à une date récente on avait cru voir une multitude de petites masses protoplasmiques

([1]) *Triticum vulgare, Scindapsus pertusus, Tornelia fragrans, Raphidophora pinnata, Ficus elastica, F. carica, Buxus sempervirens, Amorpha glabra, Cytisus alpinus, Robinia viscosa, Lunaria annua, Jasminum humile, Anthurium nitidum, Smilax excelsa, S. rotundifolia, Agave glauca.*

([2]) J'ai coloré notamment : *Triticum vulgare, Ficus elastica, Buxus sempervirens, Robinia viscosa, Cytisus alpinus, Amorpha glabra.*

([3]) *Cytisus alpinus.*

tout à fait isolées, il y a en réalité un protoplasma unique et véritablement gigantesque.

» Il m'a paru surtout intéressant de constater ce mode d'organisation dans les diverses parties d'une même plante. J'ai fait cette étude sur le Buis (*Buxus sempervirens*). En appliquant les méthodes 1, 2 et 3 ci-dessus décrites, j'ai trouvé la continuité du protoplasma dans la racine, la tige et les feuilles de cet arbre. De mes observations, je crois pouvoir conclure que, chez cette espèce, le protoplasma se poursuit sans interruption à travers des cloisons incomplètes depuis l'extrémité des racines jusqu'à l'extrémité des feuilles. Le *Ficus elastica* offre une organisation analogue. Ces faits entraînent pour la physiologie des plantes et la philosophie naturelle des conséquences que j'exposerai prochainement. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Détermination, par la flore fossile, de l'âge relatif des couches de houille de la Grand'Combe.* Note de M. R. ZEILLER, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Note présentée lundi dernier à l'Académie, M. Grand'Eury a fait connaître l'heureux résultat du sondage entrepris, d'après mes indications, par la Compagnie de la Grand'Combe, pour retrouver les couches dites de Sainte-Barbe au mur du faisceau que j'ai désigné sous le nom de système de Trescol.

» Qu'il me soit permis d'ajouter que les raisons paléontologiques qui sont exposées dans cette Note par M. Grand'Eury, comme lui ayant permis d'établir l'ancienneté relative des couches de Sainte-Barbe par rapport à celles de Trescol, sont précisément celles qui m'avaient conduit moi-même à conseiller à la Compagnie de la Grand'Combe le sondage de Ricard; je les ai développées en détail dans une Note présentée le 15 décembre dernier à la Société Géologique de France, et publiée en abrégé d'abord dans le compte rendu sommaire de cette séance, *in extenso* ensuite dans les livraisons de mars et avril 1885 du *Bulletin*. Dès le mois de mai 1881, à la suite d'une étude de plus d'une année sur la flore des couches de houille exploitées à la Grand'Combe, j'avais exposé à M. Graffin, directeur de ces mines, les conclusions qui résultaient de cette étude paléontologique, et j'avais groupé dans un tableau général, indiquant leur répartition par faisceau, les espèces fossiles, au nombre de 60, reconnues par moi dans ces couches; j'avais montré, d'après la composition relative de la flore de chaque faisceau, que les couches de Sainte-Barbe devaient être plus anciennes que

celles de Trescol, et c'est sur cette assertion que la Compagnie décida, en 1881, de rechercher par un sondage, au mur de ces dernières, le faisceau de Sainte-Barbe, regardé jusque-là comme plus récent par les ingénieurs de la Compagnie.

» Lorsque M. Grand'Eury fut chargé en 1882, par l'ensemble des Compagnies houillères du Gard, de l'étude du bassin qu'elles exploitent, je lui envoyai copie de ma correspondance avec M. Graffin et du tableau que j'avais dressé, et j'ai vu avec une vive satisfaction que les études poursuivies par lui sur les lieux depuis cette époque l'avaient amené aux mêmes conclusions que moi, formulées presque exactement dans les mêmes termes.

» Seulement, n'ayant étudié que les couches de la Grand'Combe, il m'eût été impossible de préciser l'épaisseur des couches stériles interposées entre le faisceau de Sainte-Barbe et celui de Trescol; c'est à l'examen comparatif des couches de Bessèges et de Gagnières, entrepris par M. Grand'Eury, que l'on doit d'avoir eu sur ce point important des renseignements certains, grâce auxquels on a poursuivi, malgré la stérilité persistante des assises traversées, un travail qui, autrement, eût sans doute été abandonné.

» Je rends donc pleine justice aux travaux du savant paléontologiste de Saint-Etienne, qui, dans sa *Flore carbonifère*, avait déjà indiqué les couches de Sainte-Barbe comme paraissant inférieures à celles de la Grand'Combe, mais « sans prétendre fournir une solution à un problème qui exigeait, disait-il, des observations plus générales, plus longtemps continuées que celles qu'il n'avait, pour ainsi dire, faites qu'en passant ». Ayant, de 1880 à 1881, poursuivi ces observations de détail qu'il jugeait lui-même indispensables pour arriver à une solution certaine, et ayant vu mes conclusions vérifiées par le succès du sondage entrepris, j'ai tenu seulement à rappeler que j'avais formulé depuis plusieurs années et publié depuis plusieurs semaines ces conclusions dans des termes presque identiques à ceux de la Note récente de M. Grand'Eury. »

M. **Daubrée** présente un Volume in-4°, en langue anglaise et publié aux États-Unis sous le nom de *Memoir of Nathaniel Bowditch*, de la part des deux fils de ce savant géomètre, auquel on est redevable de la traduction en anglais de la *Mécanique céleste* de Laplace.

M. **Daubrée** présente, de la part de M. *F. Cope Whitehouse*, une belle série de photographies représentant la grotte de Fingal et d'autres cavernes de l'île de Staffa, ainsi que des notices imprimées, à l'appui de l'hypothèse

émise par cet auteur que les cavernes seraient en partie le résultat d'excavations artificielles (1).

M. A. **Poincaré** adresse, à l'appui de sa Note relative à l'influence des marées lunaires sur les vents alizés (*Compte rendu* du 20 avril), des diagrammes comparatifs de la marche du Soleil en déclinaison et des latitudes moyennes des équateurs barométrique et thermométrique.

M. E. **d'Einbrodt** adresse, à propos d'une Note de M. *Dupré*, insérée dans le *Compte rendu* du 13 avril, une réclamation de priorité relative à l'explication du rôle de l'acide chromique ajouté à l'acide nitrique dans les éléments Bunsen.

M. H. **Poincaré** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat deux Mémoires qu'il a présentés le 22 novembre 1880 et le 28 mars 1881, et sur lesquels il n'a pas été fait de Rapport.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie présente, par l'organe de son doyen, M. **Hermite**, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Serret* :

En première ligne	M. **Laguerre**.
En deuxième ligne	M. **Halphen**.
En troisième ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*	M. **Appell**. M. **Mannheim**. M. **Picard**. M. **Poincaré**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 996.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 avril 1885.

(Suite.)

Théorie des alluvions artificielles; par M. A. Duponchel. Paris, Hachette, 1882; in-8°.

Le chemin de fer trans-saharien. Jonction coloniale entre l'Algérie et le Soudan; par M. A. Duponchel. Montpellier, C. Coulet, 1879; in-8°.

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours Dalmont de l'année 1885.)

Recherches sur le développement en série des fonctions implicites; par L. Péan de Saint-Gilles. Sans lieu ni date, Mémoire in-4° autographié.

Catalogue des lépidoptères des environs de Collo; par le Dr Sériziat. Bône, impr. Dagand, sans date; br. in-8°.

De l'accord entre les indications des couleurs dans la scintillation des étoiles et les variations atmosphériques; par Ch. Montigny. Bruxelles, F. Hayez, 1885; br. in-8°. (Présentée par M. Cornu.)

Étude sur les coquilles fossiles d'Orbais-l'Abbaye (Marne); par le Dr G. Ollivier. Reims, impr. Matot-Braine, 1885; br. in-8°.

A. Charpentier. — *De la vision avec les diverses parties de la rétine. — Perception des couleurs à la périphérie de la rétine. — Le sens de la lumière et le sens des couleurs. — Nouvelles recherches sur la sensibilité de la rétine. — Description d'un photoptomètre différentiel. — Nouvelles recherches analytiques sur les fonctions visuelles, etc., etc.;* 14 br. in-8°. (Mémoires présentés par M. Vulpian et adressés au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

I terremoti di Calabria e di Sicilia nel secolo XVIII. *Ricerche e studi di* D. Carbone-Grio. Napoli, Angelis e figlio, 1884; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 avril 1885.

Encyclopédie chimique, publiée sous la direction de M. Fremy. T. III, *Métaux.* Ier cahier, *Propriétés générales des Métaux et des Sels. Principes de classification; par* M. G. Rousseau. Paris, Dunod, 1885; in-8°.

Manipulations de chimie. Métalloïdes; par M. A. MERMET. Paris, Paul Dupont, 1885. in-12. (Présenté par M. Troost.)

Lectures sur l'histoire de la Médecine, rédigées par le Dr L. THOMAS. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-8°. (Présenté par M. Bouley et adressé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

La Vauderie dans les États de Philippe le Bon; par A. DUVERGER. Arras, impr. Moullé et Cie, 1885; in-18.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; Ier et IIe fascicules, 1884. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1885; in-8°.

Le Peronospora Ferrani agent infectieux du choléra, et la vaccination cholérique; par le Dr DUHOUREAU. Toulouse, E. Privat, 1885; br. in-8°.

Les Eaux d'alimentation dans l'hygiène et les maladies épidémiques. Description des divers modèles du filtre Chamberland, système Pasteur. Paris, B. Tignol, 1885; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Arts insalubres.)

Acta Mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER. T. VI, livr. 1, 2. Paris, A. Hermann, 1885; 2 livr. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

ERRATA.

(Séance du 5 janvier 1885.

Page 54, ligne 18, *au lieu de* 0,021, *lisez* 0,012.

Même page, ligne 24, *au lieu de* 118,11, *lisez* 118,12.

Page 55, ligne 6, *au lieu de* de zinc dans un courant, *lisez* de zinc mêlé de charbon de sucre dans un courant.

Même page, ligne 9, doublez les volumes de l'hydrogène dégagé.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Carte photographique du ciel à l'aide des nouveaux objectifs de MM.* P. *et* Pr. Henry. Note de M. **Mouchez.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 18 août de l'année dernière, les premiers essais de photographie d'étoiles faits à l'observatoire de Paris par MM. Henry. Le but de ces astronomes et artistes était, comme je l'ai indiqué alors, de trouver un moyen plus rapide et plus exact que les procédés ordinaires pour la construction de leurs Cartes écliptiques, procédés devenus à peu près inapplicables dans certaines régions du ciel, comme la voie lactée, où le nombre des étoiles de 12e et 13e grandeur devenait beaucoup trop considérable.

» Ces premiers essais, obtenus avec un objectif de $0^m,16$ et un appareil provisoire adapté à l'équatorial du jardin, avaient donné de si bons résultats que je n'ai pas hésité à adopter la proposition de MM. Henry, de faire construire immédiatement un grand appareil spécial de Photographie céleste dont ils se chargeaient de faire eux-mêmes la partie optique.

» Ce nouvel instrument, parfaitement exécuté par le très habile artiste de l'Observatoire, M. Gautier, vient d'être terminé et mis en place dans une coupole du jardin; bien qu'il ne soit pas encore entièrement réglé, nous avons déjà pu faire plusieurs essais qui ont donné les résultats les plus remarquables et justifié, sinon dépassé, toutes les espérances qu'on avait pu concevoir. On peut considérer aujourd'hui le problème longtemps cherché, d'appliquer la Photographie à la construction de la Carte du ciel jusqu'aux étoiles de 14e ou 15e grandeur, comme certainement résolu.

» Ce nouvel instrument se compose de deux lunettes juxtaposées, renfermées dans un tube métallique unique en forme de parallélépipède et séparées dans toute la longueur par une mince cloison; l'un des objectifs, de $0^m,24$ d'ouverture et $3^m,60$ de distance focale, est destiné à l'observation visuelle et sert de pointeur; l'autre, de $0^m,34$ d'ouverture et de $3^m,43$ de foyer, est achromatisé pour les rayons chimiques du spectre et sert à la Photographie. Les axes optiques de ces deux lunettes étant parallèles, tout astre maintenu au centre du champ de l'oculaire de la première produit son impression au centre de la plaque sensible de l'appareil photographique.

» L'équatorial est monté dans la forme dite *anglaise*, c'est-à-dire que le centre du tube reste toujours dans l'axe polaire de l'instrument. Cette disposition permet de suivre un astre depuis son lever jusqu'à son coucher, sans qu'il soit nécessaire de le retourner dans le voisinage du méridien; elle a, de plus, l'avantage de donner, pour toutes les régions du ciel, la position directe et la position inverse, ce qui permet d'éliminer certaines erreurs de décentrage.

» Il est muni, comme les équatoriaux ordinaires, de cercle horaire, de cercle de déclinaison et d'un mouvement d'horlogerie qui peut faire marcher l'appareil pendant trois heures sans être remonté.

» Il existe des mouvements indépendants de rappel très lent permettant de maintenir l'axe de la lunette dans une position parfaitement déterminée, malgré quelque légère irrégularité dans le mouvement d'horlogerie ou l'orientation de la lunette.

» L'objectif photographique, le plus grand qui ait encore été exécuté, a été construit par MM. Henry, dans leur atelier de Montrouge; il est formé d'un système achromatique simple, et, quoique d'un rapport focal extrêmement court, il peut couvrir très nettement, sans l'emploi d'aucun diaphragme, le champ très considérable de 3° de diamètre.

» Bien que cet appareil ne soit pas encore entièrement réglé, nous

avons déjà pu obtenir, en une heure de pose, la très belle épreuve soumise aujourd'hui à l'examen de l'Académie : sur une surface de $0^m,25$ de côté, représentant une étendue du ciel d'environ 5° carrés, on peut compter 2790 étoiles comprises entre la 5e et la 14e grandeur aussi nettement venues sur les bords qu'au centre de l'épreuve; on peut même distinguer sur le cliché les traces des étoiles de 15e grandeur, mais trop faiblement impressionnées pour supporter le report sur papier; elles seront certainement obtenues par une pose plus longue; les étoiles de 14e grandeur se présentent sous un diamètre de $\frac{1}{40}$ de millimètre.

» La construction d'une telle carte, obtenue en une heure, aurait certainement exigé plusieurs mois d'un travail assidu par les procédés ordinaires. C'est un résultat d'une importance considérable pour l'Astronomie. La Photographie céleste avait sans doute déjà produit quelques résultats intéressants, mais ils n'étaient guère jusqu'ici qu'un objet de pure curiosité, aucun fait nouveau dans la connaissance du ciel ne leur étant encore dû; il en est tout autrement aujourd'hui avec les nouveaux grands objectifs photographiques de MM. Henry. Pour apprécier toute l'importance de ce progrès, il suffit d'énoncer succinctement les diverses études que les résultats déjà acquis permettent d'entreprendre avec certitude de succès.

» Le premier grand problème qui va pouvoir être résolu en quelques années est la construction exacte de la Carte du ciel, c'est-à-dire le dénombrement, le classement et la position de toutes les étoiles visibles avec les grands instruments, problème qui a longtemps préoccupé les plus célèbres astronomes et était considéré comme insoluble jusqu'ici.

» Herschel, après la construction de son grand télescope, consacra de bien longs travaux à la solution d'une partie seulement de la question, le dénombrement des étoiles. Mais il trouva, par les procédés de sondage ou de jauge qu'il avait imaginés, qu'il lui faudrait quatre-vingts années de travail pour arriver à l'exploration complète du ciel; cependant, après plusieurs années d'observation, il crut pouvoir fixer approximativement le nombre des étoiles visibles avec son grand télescope, c'est-à-dire jusqu'à la 14e ou 15e grandeur, à vingt millions et demi. Par une remarquable coïncidence, nous arrivons à peu près au même chiffre avec notre épreuve obtenue en une heure de pose. La surface de la sphère contenant $41\,000^o$ carrés environ, si l'on admet que notre épreuve représente une région de densité moyenne du ciel, les 2790 étoiles contenues dans ces 5° carrés donnent à peu près 22 millions et demi d'étoiles pour l'ensemble de la

voûte céleste. Sans vouloir attacher à ce rapprochement plus d'importance qu'il ne mérite, il était intéressant de le signaler.

» L'habile et très actif directeur de l'observatoire du Cap de Bonne-Espérance, M. Gill, a été si frappé de la grande importance des progrès réalisés par MM. Henry, en recevant les épreuves d'essai de l'année dernière, qu'il m'a adressé immédiatement un projet pour établir une entente entre divers observatoires, afin d'entreprendre ensemble le plus tôt possible la Carte du ciel, qu'il serait facile d'exécuter ainsi en six ou huit années. On obtiendrait non seulement le dénombrement de ces vingt millions d'étoiles, mais aussi leur classement et leur position exacte, travail réellement énorme, qu'on n'aurait jamais osé croire réalisable.

» Comme autre étude très importante, devenue aujourd'hui possible par la Photographie, notre éminent Confrère M. Faye cite la découverte des astéroïdes. Les petites étoiles s'inscrivant sur le cliché comme un point pour ainsi dire mathématique, les planètes s'en distinguent par un petit trait parfaitement net indiquant leur mouvement propre en grandeur et en direction pendant la durée de la pose : c'est ainsi que nous avons déjà obtenu, avec l'appareil provisoire de l'année dernière, le mouvement propre de *Pallas* au milieu des étoiles fixes.

» On pourra étudier de même le mouvement des satellites autour de leur planète ; sur les épreuves de *Jupiter* prises de dix minutes en dix minutes, on voit nettement s'accentuer la marche de ces petits corps autour de l'astre principal.

» L'étude des étoiles doubles et multiples, quand ces groupes ne seront pas trop serrés, en sera grandement facilitée, et l'on pourra également appliquer la Photographie à la recherche des parallaxes ; j'ai déjà eu l'occasion de dire qu'avec un microscope ordinaire et un grossissement de quinze à vingt fois, j'ai pu faire sur les clichés des pointés à un ou deux dixièmes de seconde près.

» Enfin il faut encore citer la photométrie comme une des branches de l'Astronomie physique, qui pourra recueillir maintenant de très utiles documents de l'emploi de la Photographie. Quand la durée relative de pose pour chacune des 15e ou 16e grandeurs d'étoiles aura été déterminée avec précision, on aura obtenu un élément d'une grande valeur pour la photométrie céleste.

» Les essais provisoires faits par MM. Henry leur ont permis de donner déjà une valeur approchée de cette durée de pose.

Durée de pose nécessaire pour obtenir l'image des étoiles.

Étoiles.	s	
1re et 2e grandeur	0,01	
4e	0,08	
6e, dernières étoiles visibles à l'œil nu	0,5	
8e	3,0	
10e } grandeur moyenne des astéroïdes	20,0	
12e } grandeur moyenne des astéroïdes	120,0	
13e	300,0 =	5m
14e	600,0 =	10m
15e } dernières étoiles visibles avec la moyenne des grands instruments.	1800,0 =	30m
16e } dernières étoiles visibles avec la moyenne des grands instruments.	5400,0 =	1h 30m

» Tous ces chiffres représentent un minimum; pour obtenir de bonnes reproductions sur papier, il faudra tripler ce temps de pose.

» On voit par ce Tableau que, entre la première et la dernière grandeur d'étoiles, la durée de pose varie de 1 à 600000 environ.

» L'extrême sensibilité des plaques, telles qu'on sait les préparer aujourd'hui, et la perfection des grands objectifs photographiques de MM. Henry semblent donc avoir atteint une limite difficile à dépasser; on peut dire que ces nouveaux progrès ont sensiblement augmenté la puissance de la vue humaine, puisqu'ils permettent d'obtenir l'image d'une étoile ou le tracé de la route d'un astre qui resterait invisible avec des lunettes de même ouverture que celles qui servent à la Photographie. La persistance de l'impression rend la plaque photographique plus sensible que la rétine.

» Tous les astronomes attacheront certainement un grand intérêt aux résultats que nous venons d'obtenir à l'observatoire de Paris; ils justifient ce que j'ai déjà eu l'occasion de faire remarquer, que les astronomes qui, suivant l'exemple illustre des Galilée et des Herschel, s'appliquent à construire eux-mêmes leurs instruments, deviennent les plus habiles artistes et font faire le plus de progrès à l'Astronomie d'observation. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les raies spectrales spontanément renversables et l'analogie de leurs lois de répartition et d'intensité avec celles des raies de l'hydrogène.* Note de M. A. Cornu.

« Le progrès des études spectrales et l'extension merveilleuse de leurs applications ont posé l'un des plus beaux problèmes qui se soient jamais offerts aux expérimentateurs et aux théoriciens :

» *Étant donnée la composition chimique d'une vapeur portée à l'incandescence dans des conditions définies, prévoir la répartition des raies du spectre des radiations émises et leur intensité relative.*

» Quoique l'attention des observateurs ait été bien des fois attirée sur ce problème, la solution n'en paraît pas très avancée : je me propose, après avoir rappelé brièvement les points sur lesquels les efforts sont venus échouer, d'indiquer un ordre de faits qui semblent ouvrir une voie nouvelle.

» Le point de départ de toutes les recherches de ce genre est la remarque suivante :

» Lorsqu'on examine les spectres lumineux des vapeurs incandescentes, on distingue souvent des groupes de raies qui se reproduisent avec une périodicité plus ou moins régulière : ces répétitions sont encore plus frappantes lorsqu'on étend le champ des observations jusqu'à la limite extrême du spectre ultra-violet.

» L'analogie de ces groupes périodiques avec les harmoniques des corps sonores se présente immédiatement à l'esprit. L'idée est d'autant plus séduisante que les positions de ces groupes, considérées tantôt sur l'échelle des longueurs d'onde, tantôt sur celle des nombres de vibrations, paraissent coïncider avec des termes successifs de la série des nombres entiers. Aussi n'est-il guère de spectroscopistes qui n'aient pas cédé à cet entraînement et qui n'aient pas cherché à ranger des raies d'un même spectre suivant une série harmonique.

» Malheureusement la simplicité des relations numériques s'évanouit toujours, lorsqu'on substitue à la contemplation des images spectrales la détermination numérique précise des longueurs d'onde : la voie des spéculations théoriques semble donc fermée de ce côté.

» Cet insuccès ne doit pas décourager les observateurs ; toutefois l'espoir de trouver une loi simple, comme celle des harmoniques musicaux, témoigne d'une idée préconçue qu'il importe d'écarter immédiatement : cette loi des nombres entiers ne s'applique qu'à une forme très particulière de corps sonores dont le type est la colonne cylindrique de longueur très grande par rapport à la section : si la forme du corps vibrant s'écarte de ce type spécial, la relation entre les nombres de vibrations des sons successifs devient très complexe (¹).

(¹) Par exemple, dès que les colonnes cylindriques présentent une section comparable à leur longueur, ce qui est le cas des tiges ou des verges, le nombre n des vibrations transversales est donné, suivant que les extrémités sont fixes ou libres, par les racines de l'équa-

» Cette simple remarque suffit à montrer qu'il serait puéril de chercher comme loi générale une relation aussi simple que celle des harmoniques des instruments musicaux : ce serait supposer à la structure des molécules incandescentes une constitution mécanique que l'ensemble des phénomènes chimiques ou physiques ne pourrait guère justifier. Des lois moins simples ne réussissent pas mieux et cela ne doit point étonner : les considérations précédentes montrent même qu'on doit s'attendre à rencontrer, pour définir la répartition des raies spectrales, des fonctions très complexes dépendant de la nature chimique de l'élément, de la structure moléculaire de la vapeur, des conditions d'excitation vibratoire, etc.

» En fait, ce qui paraît avoir rendu stériles les efforts tentés en vue de la solution du problème, c'est qu'on a cru devoir s'imposer *a priori* la fonction destinée à représenter la succession des raies spectrales. Je crois qu'il faut au contraire, rejetant toute idée préconçue sur l'expression mathématique du phénomène, chercher par expérience s'il n'existe pas de fonctions spéciales (exprimables ou non par les symboles ordinaires de l'analyse) susceptibles de réunir dans une loi commune ces séries dont la régularité et l'analogie ne sont évidemment pas fortuites.

» Envisagée à ce point de vue, la question change donc de face et le problème consiste à rechercher si dans tous les spectres il ne se rencontre pas quelques groupes de raies présentant des caractères communs, indépendants de la nature chimique de la vapeur incandescente.

» C'est dans cet ordre d'idées que depuis longtemps je poursuis l'étude des spectres visibles et ultra-violets, et je suis parvenu à reconnaître qu'il existe effectivement une catégorie de raies spectrales offrant des caractères si distincts qu'on ne saurait les confondre avec les autres : ce sont les raies *spontanément renversables* que j'ai décrites en 1871 [1] et dont j'ai montré l'existence dans la plupart des spectres de vapeurs métalliques. La disposition commune de leurs groupements, comme on le verra bientôt, me

---

tion transcendante

$$\frac{e^{+k\sqrt{n}} - e^{-k\sqrt{n}}}{2} \cos k\sqrt{n} \pm 1 = 0;$$

l'intensité de chaque son dépend, d'ailleurs, des fonctions qui définissent les conditions initiales du mouvement. Les valeurs de ces racines, qui ne sont pas sans analogie avec les intervalles de certaines raies spectrales, approchent indéfiniment de la série plus simple $k\sqrt{n} = (2i \pm 1)\frac{\pi}{2}$ lorsque l'ordre i grandit suffisamment.

[1] *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 332.

paraît définir une de ces formes expérimentales de fonction répondant aux conditions énoncées. Voici d'ailleurs l'exposé des faits.

» *Caractères des raies spontanément renversables.* — Ils sont bien connus des physiciens et ont été observés, pour la première fois, dans la combustion du sodium par M. Fizeau; je les rappellerai brièvement. Une vapeur incandescente, sous faible densité et à basse température, émet une certaine radiation qui correspond, dans l'observation spectrale, à une certaine raie brillante, mais très fine : si l'on augmente progressivement la température et la densité de la vapeur, la raie croît en intensité et en largeur et devient une véritable bande lumineuse à bords estompés : bientôt on voit, sur cette bande, naître une ligne sombre à la place de la raie fine primitive; finalement, la bande lumineuse s'élargit d'une manière en quelque sorte indéfinie, offrant toujours la ligne sombre qui s'élargit aussi d'une manière à peu près proportionnelle. Sur le fond lumineux produit par l'épanouissement de la bande, les raies brillantes non renversables s'évanouissent complètement.

» Ces phénomènes, observables dans le spectre visible avec la plupart des métaux volatils et l'étincelle d'induction, présentent des proportions énormes avec l'arc électrique, et surtout dans la région ultra-violette. Je citerai en particulier la raie $\lambda = 228,85$ du cadmium; extrêmement faible avec l'étincelle d'induction, cette raie s'élargit dans l'arc au point d'envahir la presque totalité du spectre photographique; quant à la bande sombre de renversement qui en forme le centre, elle arrive à occuper plus de la moitié de l'intervalle compris entre les raies 23 et 24 (notations de M. Mascart), qui disparaissent presque complètement. On peut encore citer la raie $\lambda = 209$, du zinc; deux des composantes de la raie quadruple du magnésium, $\lambda = 280$, ainsi que les belles séries de l'aluminium et du thallium figurées plus loin.

» Divers observateurs, en première ligne MM. Liveing et Dewar, ont obtenu un très grand nombre de renversements curieux dans les circonstances les plus diverses. Les plus intéressants sont ceux des raies de l'hydrogène dans le spectre visible, et dans l'ultra-violet celui de la raie $\lambda = 285$ du magnésium, qu'on reproduit avec facilité en brûlant le métal à l'air. J'ajouterai que les *raies longues*, définies un peu arbitrairement par certains spectroscopistes, rentrent souvent dans la catégorie des raies spontanément renversables.

» Il est à peine besoin de rappeler que les lois ordinaires de l'absorption lumineuse et du refroidissement suffisent à expliquer en détail tous ces

phénomènes; mais il n'est pas inutile de remarquer que si la théorie prévoit la possibilité du renversement d'une raie donnée, elle ne nous apprend rien sur la propriété de certaines radiations d'offrir, dans des conditions données, le renversement spectral à l'exclusion des autres; c'est cette propriété qui me paraît constituer un élément nouveau et caractéristique.

» Quelles sont en général les conditions de température, de pression et de densité les plus favorables à la production de ce pouvoir émissif singulier. C'est ce qu'il serait difficile de dire actuellement. On l'obtient par l'incandescence des vapeurs métalliques dans un espace plus ou moins limité, échauffé par l'arc électrique ou la combustion directe; mais il est évident que ces conditions auraient besoin d'être précisées et qu'elles sont plus ou moins imparfaitement remplies par les divers moyens à l'aide desquels on obtient les spectres d'émission. Quoi qu'il en soit de l'imperfection de ces moyens, l'importance de cette constitution limite s'accroît encore par les rapprochements qui vont suivre.

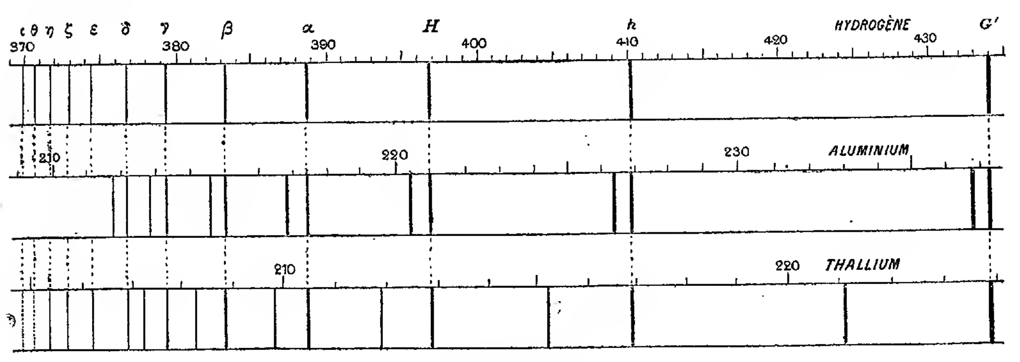
» *Disposition particulière des groupes spontanément renversables.* — Lorsqu'on examine sur divers clichés photographiques [1] des groupes de raies qui se reproduisent périodiquement avec une régularité particulière, on reconnaît le plus souvent que ces groupes appartiennent précisément à la catégorie des raies spontanément renversables, car les unes sont renversées, les autres sur le point de l'être : pour un même métal, les renversements sont plus ou moins complets suivant les conditions de l'expérience, et pour des métaux différents, suivant les propriétés chimiques et physiques du métal. De plus, la loi de distribution de ces groupes présente un autre caractère commun relativement à la succession des distances et des intensités : *les raies vont en se resserrant vers le côté le plus réfrangible et en diminuant d'intensité.* Ce caractère est d'autant plus frappant que le nombre des raies renversées est plus considérable, et que le champ sur lequel elles se détachent est plus uniforme; il semble qu'avec l'élévation de température le spectre tende vers un aspect limite, celui d'un fond brillant continu, dé-

---

(1) Les clichés photographiques ont l'avantage d'offrir une vue d'ensemble : avec l'appareil dont je me sers (demi-prismes de quartz gauche et droit, lentilles achromatiques quartz-fluorine) on obtient sur la même épreuve et avec une netteté satisfaisante la totalité du spectre violet et ultra-violet : la réduction à l'échelle des longueurs d'onde s'effectue à l'aide d'un spectre de comparaison formé des raies du cadmium, du zinc et de l'aluminium dont j'ai déterminé avec soin les longueurs d'onde (*Journal de Physique*, 1re série, t. X, p. 425); on obtient ce spectre auxiliaire à l'aide d'une étincelle d'induction jaillissant entre deux pointes d'un alliage formé de poids égaux de ces trois métaux.

pouillé de toute raie autre que celle de la série régulière des raies spontanément renversées. C'est sur cette constitution, en quelque sorte *limite*, que je désire attirer l'attention des observateurs.

» Le nombre des spectres métalliques pouvant donner une série régulière de raies spontanément renversées sur un fond continu est assez considérable ; mais les plus belles séries que j'aie observées ont été fournies par deux métaux qu'on ne s'attendrait guère, au point de vue chimique, à trouver côte à côte : ce sont l'aluminium et le thallium, dont les équivalents sont aux extrémités de la liste de ceux des corps simples. La figure ci-après donne une idée de la répartition de ces raies renversées : on voit qu'elles forment dans chaque spectre une série de doublets remplissant les conditions de distance et d'intensité énoncées plus haut.



Légende explicative.

Les graduations définissent les raies en longueurs d'onde (unités : millionièmes de millimètre).

La première ligne représente les raies sombres du spectre violet et ultra-violet des étoiles blanches d'après les mesures du Dr Huggins (*Comptes rendus*, t. XC, p. 72) : c'est le spectre de l'hydrogène.

La deuxième représente une double série de raies renversées dans le spectre ultra-violet de l'aluminium (arc électrique) : l'échelle du dessin a été choisie de manière à faire coïncider avec G' et δ les raies homologues de la première série (première raie de chaque doublet) : on aurait pu opérer de même avec la seconde série (deuxièmes raies). Ce mode de représentation remplace avantageusement les tableaux numériques montrant la vérification des deux formules empiriques

Première série................ $\lambda_1 = 47,30 + 0,43783\, h$;

Deuxième série .... $\lambda_2 = 47,18 + 0,43678\, h$,

qui donnent la longueur d'onde de chaque raie en fonction de la longueur d'onde h de la raie correspondante de l'hydrogène : la différence entre le calcul et l'observation est de l'ordre des erreurs d'expériences.

La troisième ligne représente une double série de raies renversées dans le spectre ultra-violet du thallium (arc électrique) : l'échelle du dessin a été choisie comme ci-dessus : les formules empiriques qui représentent ces deux séries sont

$$\lambda_1 = 94,61 + 0,29776\, h, \quad \lambda_2 = 111,31 + 0,75294\, h.$$

» *Analogie avec la répartition des raies de l'hydrogène.* — Je ne m'arrêterai pas à indiquer les essais infructueux de calculs numériques que

j'avais entrepris en vue de représenter chacune de ces séries par la substitution de la série des nombres entiers dans une fonction simple : je dirai seulement que j'avais abandonné ces recherches lorsque la belle découverte du Dr Huggins, sur le spectre des étoiles blanches, ramena vivement mon attention sur ce sujet et m'ouvrit un horizon nouveau. Ces spectres présentent, en effet, une série commune de raies sombres, c'est-à-dire renversées, remplissant précisément les conditions de distance et d'intensité qui caractérisent dans les spectres métalliques les raies spontanément renversables : elle prolonge la série des raies bien connues de l'hydrogène C, F, G', *h*; on pouvait donc prévoir que la série entière en faisait partie; c'est ce qu'ont depuis confirmé les travaux de M. Vogel sans cependant lever toute incertitude. L'intérêt de cette identification était tel que j'ai tenu à la vérifier moi-même, ce que je n'ai pu réaliser que dernièrement (1). L'expérience n'est pas sans difficulté; mais, en prenant des précautions de plus en plus minutieuses pour écarter les impuretés du gaz hydrogène raréfié, j'ai vu successivement s'effacer les raies étrangères, et finalement j'ai réussi à obtenir des clichés photographiques offrant la série des raies stellaires dans toute leur pureté. J'ai l'honneur de mettre quelques-unes de ces épreuves sous les yeux de l'Académie.

» Le spectre de l'hydrogène est placé sur la première ligne du dessin ci-joint : on a rendu la comparaison plus facile par le choix des échelles, de manière à montrer intuitivement l'identité de la loi de répartition des raies dans les trois spectres. On comparerait de même des groupes plus complexes, comme ceux du magnésium, du zinc, du sodium, etc.; la seule difficulté est d'établir la concordance des groupes; on y arrive immédiatement par une construction graphique assez simple. On en conclut l'énoncé suivant qui résume l'ensemble de mes recherches : *Dans les spectres métalliques, certaines séries de raies spontanément renversables présentent sensiblement les mêmes lois de répartition et d'intensité que les raies de l'hydrogène* (2).

» Il n'est pas nécessaire d'insister longuement sur l'importanee de cette relation : elle met en évidence l'existence d'une loi très générale relative aux pouvoirs émissifs des vapeurs incandescentes et, d'autre part, elle

(1) Avec l'obligeant concours de M. Alvergniat.

(2) D'autres séries de raies, de catégories voisines, semblent également satisfaire à la même loi; néanmoins je me bornerai aujourd'hui à l'énoncé ci-dessus, bien que je risque ainsi de paraître accorder aux raies spontanément renversables plus d'importance qu'elles n'en ont en réalité.

montre que cette loi de succession des raies spectrales, commune à tant de séries, paraît devoir être exprimable à l'aide d'une même fonction, que l'on pourra appeler la *fonction hydrogénique*, laquelle devra jouer un rôle capital dans ces études : le résultat précédent paraît donc constituer un premier pas vers la solution des grands problèmes qui se posent en spectroscopie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique du mercure solide et des métaux purs, aux basses températures.* Note de MM. CAILLETET et BOUTY.

« La résistance électrique des métaux purs croît avec la température. D'après les expériences de M. Matthiessen ([1]) et celles de M. Benoît ([2]), le coefficient moyen d'accroissement de la résistance pour un degré de température entre 0° et 100° diffère peu d'un métal à un autre et s'écarte à peine de $\frac{1}{273}$, c'est-à-dire du coefficient de dilatation des gaz. Si la même loi continuait à s'appliquer aux basses températures, la résistance d'un métal, variant comme la pression d'un gaz parfait à volume constant, fournirait une mesure de la température, et s'annulerait au zéro absolu.

» Nos expériences ont porté sur le mercure et divers autres métaux purs. Le mercure était contenu dans un tube de verre capillaire, contourné en spirale et terminé par deux tubes larges, dans lesquels plongeaient des électrodes de gros diamètre en cuivre amalgamé. Le réservoir d'un thermomètre à hydrogène ([3]) pénétrait à l'intérieur de la spirale, et le tout était plongé soit dans la glace, soit dans un bain de chlorure de méthyle ou d'éthylène refroidis par un courant d'air, suivant la méthode précédemment indiquée par l'un de nous. Quand on voulait opérer sur un autre métal, du cuivre par exemple, on remplaçait le tube en spirale par une bobine creuse de fil métallique, enroulée sur un support d'ébonite dans lequel on avait pratiqué de larges fenêtres, de manière à bien assurer le mélange des couches liquides, et l'uniformité de température du bain et de la résistance métallique à mesurer.

» Nous n'avons opéré que des mesures relatives. La résistance étudiée était comparée à une résistance invariable formée par une colonne de

---

([1]) MATTHIESSEN und v. BOSE, *Pogg. Ann.*, CXV, p. 353; 1862.

([2]) BENOÎT, *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 342; 1873.

([3]) Thermomètre à hydrogène à volume constant, dans lequel la pression du gaz à 0° était de 509^{mm},3.

mercure à 0°, à l'aide du pont de Wheatstone et d'un galvanomètre à réflexion très sensible. Voici les résultats que nous avons obtenus :

» 1° *Mercure*. — La formule empirique donnée par MM. Mascart, de Nerville et Benoît, pour la résistance apparente du mercure dans le verre, au-dessus de 0°, est applicable jusqu'à la température de congélation. En se solidifiant, le mercure devient subitement plus conducteur dans un rapport qui, à — 40°, se trouve égal à 4,08. La résistance du mercure solide décroît ensuite régulièrement à mesure que la température s'abaisse : elle est fidèlement représentée entre — 40° et — 92°,13 par la formule

$$r_t = r_{-40} \frac{1 + \alpha t}{1 - 40\alpha},$$

dans laquelle t représente la température centigrade, avec

$$\alpha = 0,00407.$$

» Ce coefficient de variation α, près de cinq fois plus fort que celui qui convient au mercure liquide, se rapproche beaucoup de celui des autres métaux purs considérés à l'état solide.

» 2° *Argent, aluminium, magnésium, étain*. — Pour ces divers métaux, la résistance est représentée par la formule

$$r_t = r_0 (1 + \alpha t)$$

et les valeurs de α, déduites de nombreuses expériences opérées à diverses températures, sont les suivantes :

Métaux.	α.	Limites de température
Argent (1)	0,00385	+29°,97 à —101°,75
Aluminium	0,00388	+27,7 à — 90,57
Magnésium	0,00390	0 à — 88,31
Étain	0,00424	0 à — 85,08

» Ces valeurs de α, très voisines de celles qui conviennent aux mêmes corps au voisinage de 0°, d'après les expériences de M. Matthiessen, sont presque identiques pour les trois premiers métaux ; la valeur de α correspondant au mercure solide se place entre la valeur commune au magnésium, à l'aluminium et à l'argent, et celle qui convient à l'étain.

» 3° *Cuivre*. — Les expériences les plus complètes sont celles que nous

(1) Métal pur obligeamment prêté par M. Debray.

avons réalisées sur le cuivre. Elles ont fourni les valeurs suivantes de α, déduites d'une trentaine de mesures que l'on a réparties en trois groupes.

	α.	Limites de température
Cuivre..............	0,00418	0° à — 58°,22
	0,00426	— 68,65 à —101,30
	0,00424	—113,08 à —122,82

» Ces valeurs de α sont un peu plus fortes que celles qui se déduisent, au voisinage de 0°, des formules de M. Matthiessen et de M. Benoît ([1]); la variation de la résistance est d'ailleurs d'une régularité presque absolue et qui dispenserait au besoin de recourir au thermomètre à hydrogène pour la mesure des températures comprises entre — 20° et — 123°. A cette dernière température on ne constate pas encore de variation appréciable de α, ce qui semblerait indiquer que la concordance, au moins approchée, du thermomètre à hydrogène et du thermomètre à spirale de cuivre se poursuit encore beaucoup plus loin.

» 4° *Fer, platine* ([2]). — Ces deux métaux s'écartent beaucoup des autres par la variation de leur résistance au-dessus de zéro; ils s'en écartent dans le même sens aux basses températures. La formule

$$r_t = r_0(1 + \alpha t) \tag{2}$$

convient encore au fer de 0° à — 92° avec $\alpha = 0,0049$, mais elle ne s'applique pas au platine; la valeur de α déduite de la formule (2) qui, au voisinage de 0°, serait environ 0,0030, s'accroît en effet à mesure que la température s'abaisse et devient 0,00342 pour une limite inférieure égale à — 94°,57; ainsi, le platine se rapproche des autres métaux purs à mesure que la température s'abaisse.

» En résumé, nos expériences prouvent que la résistance électrique de la plupart des métaux purs décroît régulièrement quand la température s'abaisse de 0° à — 123°, et que le coefficient de variation est sensiblement le même pour tous. Il paraît probable que cette résistance deviendrait extrêmement petite et, par conséquent, la conductibilité très grande aux températures inférieures à — 200°, sans que nos premières expériences

---

([1]) $\alpha = 0,00367$ (Mathiessen); 0,003637 (Benoît).

([2]) Métal pur que M. Debray a bien voulu nous fournir.

permettent de se faire une idée nette de ce qui se passerait dans de telles conditions.

» Nous continuons ces recherches en employant les froids excessifs que nous obtenons au moyen de l'évaporation rapide des gaz liquéfiés ([1]). »

CHIMIE. — *Action de l'aluminium sur le chlorure d'aluminium.* Note de MM. C. **Friedel** et L. **Roux**.

« M. Hautefeuille, ayant su que nous avions entrepris depuis quelque temps des expériences sur l'action qu'exerce l'aluminium métallique sur le chlorure d'aluminium, a bien voulu nous prévenir qu'il communiquerait aujourd'hui à l'Académie quelques résultats obtenus par lui en étudiant le même sujet.

» Pour nous réserver le droit de poursuivre ces recherches, de notre côté, nous allons indiquer les faits que nous avons observés et qui, sans nous avoir permis d'isoler un sous-chlorure d'aluminium à l'état de pureté, rendent pourtant l'existence d'un tel corps extrêmement probable.

» Nous avons commencé par faire passer du chlorure d'aluminium en vapeur sur de l'aluminium métallique dans un tube de verre traversé par un courant d'hydrogène pur et sec.

» Lorsque l'aluminium était chauffé jusqu'à fusion, ou même à une température inférieure, il s'est produit une réaction; on a vu se condenser sur les parois froides du tube des cristaux de chlorure d'aluminium incolore et limpide, et plus près du métal il s'est déposé une matière gris brunâtre renfermant de l'aluminium, du silicium et du chlore. On a chauffé ce produit à la fin de l'expérience dans le courant d'hydrogène, de manière à volatiliser autant que possible tout le chlorure d'aluminium qui aurait pu rester mélangé au produit. Il est difficile d'affirmer qu'on y soit parvenu d'une manière complète; néanmoins le transport de l'aluminium à lui seul semble indiquer, ainsi que l'ont déjà fait remarquer MM. Troost et Hautefeuille, la formation d'un sous-chlorure.

» Ayant constaté que la réaction se produisait à une température relativement basse, et voulant opérer dans des conditions mieux définies que celles que l'on peut réaliser sur une grille à gaz, nous avons scellé du chlo-

---

([1]) Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne. Nous avons été assistés avec beaucoup de zèle par M. Voisenat, élève-ingénieur des Télégraphes.

rure d'aluminium préalablement distillé dans un courant d'hydrogène avec de l'aluminium en feuilles, dans des tubes remplis d'acide carbonique, et nous avons chauffé ceux-ci dans des tubes de fer verticaux dans lesquels on faisait bouillir de la benzophénone, du mercure ou du soufre.

» Dans la vapeur de benzophénone (vers 300°), l'aluminium est à peine attaqué; cependant le chlorure, qui était primitivement jaune, par suite du mélange d'une petite quantité de perchlorure de fer, devient incolore. Dans la vapeur de mercure, l'attaque est plus marquée, mais encore faible, il n'y a pas transport d'aluminium; par contre, on obtient des cristaux de chlorure d'aluminium d'une beauté et d'une limpidité remarquables. La partie supérieure du tube étant un peu refroidie, parce que l'appareil de chauffage reste ouvert, il s'y condense des cristaux incolores de chlorure d'aluminium, et souvent il arrive qu'il se forme dans la pointe un cristal unique de plusieurs centimètres de long, aplati suivant la base, parallèlement à laquelle il existe un clivage très facile; sur ces cristaux on peut, à travers les parois du tube, observer les propriétés optiques et reconnaître qu'ils ne sont pas rigoureusement uniaxes, et que leur symétrie est donc probablement pseudo-hexagonale. Il n'a pas été possible de mesurer leurs angles, car les faces se ternissent très rapidement à l'air humide; mais ils se présentent en lames hexagonales modifiées sur toutes les arêtes de la base. Ils sont très mous, à la façon du gypse, mais à un plus haut degré, et ressemblent d'ailleurs beaucoup par leur éclat et par leur transparence aux beaux échantillons de ce minéral.

» L'action de l'aluminium sur le chlorure, à la température d'ébullition du mercure, permet d'obtenir ce corps dans un grand état de pureté.

» Lorsqu'on chauffe les tubes dans la vapeur de soufre, l'aluminium est fortement attaqué; il se recouvre d'une matière brune, et les parois du tube, bien au-dessus de la portion renfermant le métal, se trouvent enduites d'une substance grise d'un aspect presque métallique.

» Ayant ouvert le tube à ses deux extrémités et l'ayant chauffé après l'avoir introduit dans un tube traversé par un courant d'hydrogène, de manière à volatiliser le chlorure d'aluminium, il est resté une poudre gris brunâtre, décomposant l'eau avec dégagement d'hydrogène, et renfermant de l'aluminium, du silicium et du chlore. Nous pensons que c'est un sous-chlorure d'aluminium mélangé avec du silicium amorphe. En effet, par l'action de l'acide chlorhydrique, l'aluminium se dissout et le silicium reste sous la forme d'une poudre brune.

» Nous ne sommes pas encore parvenus à obtenir une réaction com-

plète; toujours il est resté de l'aluminium métallique recouvert d'un enduit du produit et du chlorure d'aluminium. Nous n'avons pas encore réussi à éviter la présence du silicium, mais nous espérons y parvenir dans des expériences commencées il y a peu de jours.

» Nous avons obtenu une matière analogue à celle que fournit l'action du chlorure d'aluminium sur l'aluminium en enfermant dans un tube de l'aluminium et une ampoule de brome, les deux substances étant dans les proportions répondant à Al et Br^2. Lorsqu'on brise l'ampoule, au bout d'un moment le brome réagit avec incandescence sur le métal, mais sans que la réaction entraîne la rupture du tube. Lorsque le tube a été refroidi, nous l'avons chauffé, pendant deux jours, dans la vapeur de soufre; mais, ici encore, la réaction n'a pas été complète, et le tube renfermait du bromure Al^2Br^6, de l'aluminium métallique et un enduit gris brun, analogue à celui dont nous avons parlé plus haut.

» Nous ajouterons que le chlorure de silicium en vapeur, entraîné par un courant d'hydrogène, réagit au rouge sombre sur l'aluminium, en donnant du chlorure d'aluminium et du silicium. On pouvait le prévoir d'après les quantités de chaleur dégagées pour la formation des deux chlorures. Cette réaction offre de l'intérêt au point de vue qui nous occupe, puisqu'elle montre que le silicium doit rester non combiné quand, allié à l'aluminium, il est soumis à l'action du chlorure d'aluminium, ce qui ne veut pas dire qu'il ne se soit pas formé, à un certain moment, un peu de chlorure de silicium ou de sous-chlorure, puisqu'on trouve du silicium en petite quantité sur les parois du tube. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la raison de l'impuissance des excitants mécaniques à mettre en jeu les régions excito-motrices du cerveau proprement dit.* Note de M. **Vulpian**.

« Les régions excitables du cerveau proprement dit ne sont mises en activité, d'une façon constante, que par l'électricité. Les excitants mécaniques ou thermiques n'ont, en général, aucune action sur elles. Au début des études expérimentales sur les zones motrices du cerveau, on croyait même à l'impuissance absolue de ces moyens d'excitation. Plus tard on a reconnu que, dans certains cas et surtout dans certaines conditions, les excitants mécaniques et thermiques pouvaient, en agissant sur ces régions, provoquer de faibles mouvements dans la moitié de la face ou dans les membres du côté opposé à la région motrice sur laquelle on opérait.

M. Brown-Séquard, M. Couty, MM. François-Franck et Pitres et d'autres expérimentateurs ont constaté des faits de ce genre (¹). C'est principalement sur des chiens, dont les régions cérébrales motrices étaient atteintes d'irritation inflammatoire, que l'on a vu l'excitation mécanique ou thermique de ces régions déterminer des mouvements. Ce sont là en réalité des faits exceptionnels, et il est indubitable que les excitants mécaniques ou thermiques n'ont presque jamais aucune influence excito-motrice, lorsqu'ils agissent, chez le chien, sur le gyrus sigmoïde, sur la circonvolution qui le borde ou sur la substance blanche sous-jacente.

» A quoi tient cette dissemblance entre les excitants électriques, qui mettent facilement en jeu ces régions du cerveau, et les excitants mécaniques ou thermiques, qui sont presque toujours sans la moindre action? L'excitabilité des fibres nerveuses qui émanent du gyrus sigmoïde serait-elle toute spéciale, différente de celle des fibres nerveuses de la moelle épinière et surtout de celle des fibres nerveuses des nerfs?

» On peut se convaincre aisément qu'il n'y a là aucune différence entre ces diverses fibres, sous le rapport de la nature de leur excitabilité. Si les fibres nerveuses sous-corticales du cerveau, qui mettent la substance grise superficielle du cerveau en communication avec les foyers d'origine des nerfs moteurs bulbaires et des nerfs moteurs médullaires, ne sont excitables d'ordinaire que par l'électricité (statique, galvanique, faradique), c'est que leur excitabilité expérimentale est relativement faible; qu'elle est trop faible pour pouvoir être mise en jeu par les excitants mécaniques ou thermiques.

» Rien n'est plus certain que la faiblesse relative de l'excitabilité des fibres excito-motrices de la substance blanche sous-corticale. Avec l'appareil à courants induits (appareil à chariot de du Bois-Reymond) dont je dispose dans mon laboratoire, on peut provoquer des contractions dans les muscles innervés par le nerf sciatique, en faisant passer dans ce nerf le courant extrêmement faible que l'on obtient lorsque la bobine au fil induit a parcouru sur la coulisse un trajet de plus de $0^{m},50$. Or, pour provoquer un mouvement dans un membre postérieur, celui du côté droit, par exemple, sur un chien légèrement morphinisé, en faradisant la substance blanche située au-dessous de la région corticale cérébro-crurale du côté gauche,

(¹) J'ai communiqué à l'Académie des Sciences les résultats d'expériences qui établissent que les excitations mécaniques du cerveau peuvent déterminer un certain degré de souffrance.

il faut au moins le courant obtenu avec le même appareil, lorsque la bobine au fil induit n'a parcouru sur la coulisse qu'un trajet de $0^m,23$; souvent même on est obligé de rapprocher un peu plus les deux bobines l'une de l'autre.

» Pour prouver que c'est bien cette faiblesse relative de l'excitabilité expérimentale des fibres motrices sous-corticales qui est la cause de l'impuissance des excitants mécaniques et thermiques que l'on fait agir sur elles, il suffit de démontrer qu'un nerf quelconque, le nerf sciatique par exemple, cesse de provoquer des contractions musculaires, sous l'influence des excitations mécaniques et thermiques, lorsqu'il ne répond plus qu'à l'action de courants de l'intensité nécessaire pour mettre en activité les fibres dont il s'agit. Les expériences ne laissent aucun doute à cet égard.

» J'ai examiné sur des chiens, peu d'instants après la mort, l'état de la motricité des nerfs sciatiques, sans les couper. Sur un de ces animaux, la faradisation de l'un de ces nerfs, la bobine au fil induit étant écartée de $0^m,40$, provoquait des contractions faibles, mais très nettes, dans les muscles du membre postérieur correspondant; l'excitation mécanique produisait un effet tout aussi apparent. Au bout de quelques minutes, l'excitabilité, tant mécanique que faradique, du nerf sciatique avait légèrement augmenté. Cette excitabilité diminuait ensuite de nouveau; il était nécessaire, pour la mettre en jeu, de rapprocher la bobine au fil induit de $0^m,43$ à $0^m,40$. Il y avait, à ce moment, vingt-huit minutes que l'animal était mort. L'excitation mécanique du nerf ne produisait plus qu'une contraction, presque imperceptible dans les muscles de la cuisse. Deux ou trois minutes plus tard, le nerf ne répondait plus à la faradisation que lorsque la bobine au fil induit était à $0^m,35$ du point où elle recouvre entièrement la bobine au fil inducteur [1]. A ce moment, les excitations mécaniques n'avaient plus d'action sur le nerf [2]. Quarante-quatre minutes après la mort, la faradisation provoquait encore de faibles contractions dans toute l'étendue du membre postérieur, lorsque le courant passant par le nerf sciatique correspondant

---

(1) Lorsque l'excitabilité faradique diminue, on observe, comme pour l'excitabilité mécanique dans les mêmes conditions, que l'effet des excitations ne se produit plus que dans les muscles les moins éloignés du point qu'on excite. Ainsi, les muscles du pied et de la jambe ne se contractent plus à un certain moment; les contractions provoquées par la faradisation du tronc sciatique se limitent alors dans les muscles de la cuisse, où elles sont d'ailleurs très faibles.

(2) Le temps qui s'écoule entre le moment de la mort et celui où les excitations mécaniques cessent d'agir sur le nerf sciatique, a varié quelque peu dans mes expériences.

était obtenu avec un écartement de $0^{m},25$. L'excitation mécanique ne donnait rien. La cautérisation du nerf par la flamme d'une allumette n'a pas non plus produit le moindre effet. Les derniers indices de l'excitabilité faradique du nerf sciatique ont disparu au bout de cinquante à cinquante-cinq minutes après la mort.

» Les fibres du nerf sciatique, dans ces expériences, perdent donc leur excitabilité par les agents mécaniques ou thermiques à un moment où elles sont encore excitables par des courants faradiques d'intensité relativement faible. Lorsque l'action des excitants mécaniques a cessé, dans une autre expérience de ce genre, la motricité du nerf sciatique pouvait encore être mise en jeu par la faradisation, la bobine au fil induit étant à $0^{m},35$ du point où elle recouvre la bobine au fil inducteur, c'est-à-dire que les choses se sont passées comme chez l'animal dont j'ai d'abord parlé.

» Il est donc tout naturel que les fibres excitables de la substance blanche sous-corticale résistent, dans les conditions ordinaires, à l'action des excitants mécaniques, puisque, pour provoquer par leur intermédiaire des mouvements de la face ou des membres, il faut faire usage du courant faradique obtenu lorsque la bobine au fil induit est séparée du point où elle recouvre la bobine au fil inducteur par un intervalle de $0^{m},20$ à $0^{m},23$ et que, à ce faible degré d'excitabilité, les fibres nerveuses ne répondent plus aux excitants mécaniques. Je n'ai fait d'essais sur les nerfs sciatiques, à l'aide d'excitants thermiques, que lorsqu'ils ne répondaient plus, par une contraction des muscles qu'ils innervent, à l'influence d'un courant faradique plus faible que celui qu'on obtient avec un écartement de $0^{m},25$. Les excitants thermiques étaient alors sans action, et, par conséquent, on comprend qu'ils n'agissent pas sur les fibres excito-motrices sous-corticales du cerveau. J'ajoute d'ailleurs qu'ils doivent, selon toute vraisemblance, cesser d'agir en même temps que les excitants mécaniques.

» C'est donc bien, comme je le dis plus haut, parce que l'excitabilité expérimentale des fibres excito-motrices sous-corticales est trop faible, que les régions du cerveau qui les comprennent ne sont excitables ni par les agents mécaniques, ni par les agents thermiques. »

M. **Duchartre** dépose sur le Bureau un Ouvrage en deux volumes, intitulé : « L'évolution du règne végétal. Les Phanérogames », dont les auteurs sont M. G. de Saporta, Correspondant de l'Académie, et M. A.-F. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. Cet Ouvrage important, dont le texte est accompagné de 136 figures intercalées dans le texte, fait suite à

un autre qui a été publié, en 1881, par les mêmes auteurs, et qui est relatif à l'*évolution* des Cryptogames. Ce grand travail, aujourd'hui terminé, est destiné à exposer la série des stades successifs par lesquels, selon MM. G. de Saporta et Marion, le règne végétal a dû passer, dans la série des âges, pour arriver des végétaux les plus simples ou Protophytes aux formes les plus élevées qu'il nous présente aujourd'hui. Il est basé sur un grand nombre d'observations dont beaucoup sont dues à ces deux savants auteurs.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Serret*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Laguerre obtient	. . . . . .	31 suffrages
M. Mannheim »	. . . . . .	23 »

Il y a un bulletin nul.

M. **Laguerre**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1885.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Gegner : MM. Bertrand, Fremy, Pasteur, H.-Milne Edwards et Debray réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et Jamin.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences mathématiques pures ou appliquées*) : MM. Bertrand, Hermite, Tisserand, Darboux et Jordan réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Tresca.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences naturelles*) : MM. H.-Milne Edwards, de Qua-

trefages, Hébert, Blanchard et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. A. Milne-Edwards et Duchartre.

Commission chargée de présenter une question de *prix Gay* (*Géographie physique*) pour l'année 1886 : MM. Bouquet de la Grye, Perrier, de Lesseps, Jurien de la Gravière et Daubrée réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et d'Abbadie.

Commission chargée de présenter une question de *Grand prix des Sciences physiques* pour l'année 1887 : MM. H.-Milne Edwards, de Quatrefages, A. Milne-Edwards, Blanchard et Debray réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fizeau et Daubrée.

Commission chargée de présenter une question de *prix Bordin* (*Sciences physiques*) pour l'année 1887 : MM. Becquerel, H.-Milne Edwards, Fizeau, Cornu et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Mascart.

MÉMOIRES LUS.

TOPOGRAPHIE. — *Sur les reconnaissances à grandes distances et sur un télémétrographe.* Note de M. A. Laussedat.

« J'ai montré, il y a longtemps, le parti que l'on peut tirer, pour l'étude du terrain, des perspectives dessinées à la chambre claire ou obtenues à l'aide de la photographie, et j'ai donné, en outre, le moyen d'évaluer les petits angles, avec une plus grande précision, en recourant à une lunette placée en avant du prisme de la chambre claire (¹).

» Je demande la permission d'entrer dans quelques détails sur l'emploi de ce dernier procédé, dont l'importance est devenue évidente, à l'occasion de la défense de Paris.

» Dès les premiers jours de l'investissement, le gouverneur, sur la pro-

---

(¹) *Mémorial de l'Officier du Génie*, nos 16, 1854, et 17, 1864. — *Comptes rendus*, années 1859, 1860, 1864. — *Magasin pittoresque*, t. XXIX, année 1861.

position de M. le général de Chabaud-Latour, me faisait l'honneur de me charger d'organiser un service de reconnaissance pour découvrir, autant que possible, les travaux de l'ennemi. Un personnel d'élite ayant été mis à ma disposition, après m'être procuré d'excellents instruments, je m'attachai à choisir avec soin les points destinés à servir d'observatoires permanents, de manière à explorer l'horizon dans toutes les directions.

» Ne pouvant entrer ici dans d'autres détails, je me bornerai à mettre sous les yeux de l'Académie une carte, à l'échelle de $\frac{1}{25000}$, où se trouvent marqués les emplacements de nos douze observatoires principaux.

» Je regrette vivement de ne pas pouvoir citer ici les noms des nombreux collaborateurs dont le talent et le dévouement m'ont permis de remplir la tâche délicate qui m'était confiée : astronomes, physiciens, ingénieurs, militaires, télégraphistes et artistes; mais c'est de l'œuvre de ces derniers seulement que j'entretiendrai l'Académie, parce que c'est elle qui a servi de consécration, je devrais dire d'illustration, à la méthode qui fait l'objet de cette Note.

» J'ai fait exposer dans la salle voisine une grande partie des vues prises de nos observatoires les mieux situés. Ces dessins sont tous remarquables sous le rapport de l'exécution; mais, et c'est là que j'en veux venir, ils sont aussi de la plus rigoureuse exactitude. Et, en effet, ils ont été, pour la plupart, exécutés à la chambre claire, par *champs de lunette* successifs.

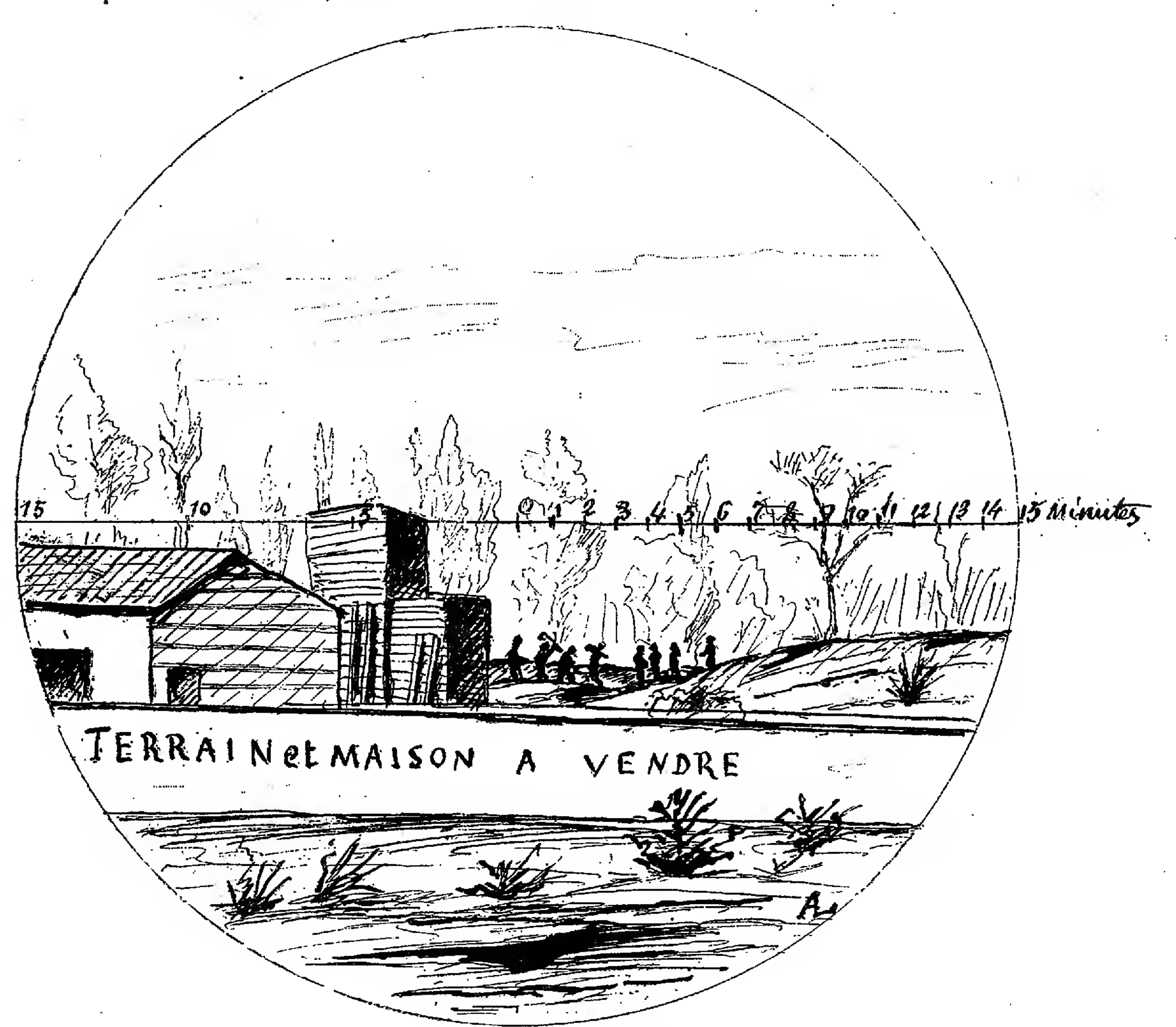
» Afin d'éviter une trop longue description, j'ai disposé, dans la salle d'entrée, une lunette avec sa chambre claire et sa planchette, qui font voir d'un coup d'œil les conditions dans lesquelles ont été exécutés ces dessins. L'analogie la plus complète existe d'ailleurs entre le procédé dont il s'agit et celui qu'emploient journellement les micrographes. Le point essentiel, dans le cas dont je m'occupe, est de mettre en évidence le degré de précision qu'on atteint, en évaluant les angles sur les images, sans le secours d'un micromètre.

» Je dois rappeler tout d'abord que le champ d'une lunette, qui peut supporter un assez fort grossissement, est nécessairement très restreint. En général, dans les lunettes terrestres, le produit du champ par le grossissement est sensiblement constant et de 25° environ. Les grossissements que nous avons employés étaient compris entre 33 et 65, et les champs entre 45′ et 22′,5.

» Pour donner une idée du degré de précision des mesures que l'on peut effectuer sur les dessins télescopiques, je choisirai un de ceux qui ont été obtenus avec une lunette de 75^{mm} d'ouverture, dont le champ était de

30′ et le grossissement de 50. Je prendrai aussi le cas d'un opérateur pour qui la distance de la vue distincte était de $0^m,305$.

» On voit aisément, par le calcul, qu'alors le diamètre du cercle qui limite l'image projetée sur la planchette doit être de $0^m,135$ et le rayon du panorama de $15^m,25$.



» La figure ci-dessus, dont j'ai déposé une aquarelle sur le bureau, représentant un groupe de soldats allemands en train d'essayer de construire un retranchement dans la redoute de Montretout, a été faite dans les conditions que j'ai spécifiées ([1]). On reconnaît immédiatement que les angles peu-

([1]) Qu'il me soit permis de dire que les avis de l'observatoire de Passy donnés télé-

vent y être, à la rigueur, évalués à 5″ près, car une minute y est représentée (voir l'échelle) par $4^{mm},5$, ce qui fait entre $0^{mm},3$ et $0^{mm},4$ pour 5″.

» Le point où se trouvaient ces hommes était à 4500^{m} de l'observatoire de Passy, d'où ils ont été dessinés, et leur taille, étant supposée de $1^{m},65$ en moyenne, devait correspondre à une hauteur angulaire de 1′ 15″. Or, c'est ce que l'on trouve effectivement. Nous aurions donc pu, inversement, en conclure à peu près la distance de 4500^{m}, si nous ne l'avions pas connue.

» J'ai cité cet exemple, parce qu'il est très frappant et très facile à suivre sur le dessin, mais je me hâte d'ajouter que nous avons eu recours à d'autres objets de comparaison que la taille de l'homme et à tous les moyens d'appréciation que nous fournissait la perspective, sans négliger la méthode des intersections, toutes les fois que nous pouvions l'employer. Au surplus, je ne saurais donner une meilleure preuve de la sûreté de nos évaluations qu'en renvoyant à la carte, sur laquelle on voit des ouvrages ennemis reconnus jusqu'à 10 et 12^{km} des observatoires les plus rapprochés et dont la position a été vérifiée après la levée du siège.

» Je ferai enfin remarquer qu'il n'y a réellement qu'une constante à déterminer : le champ angulaire de la lunette mise au point pour une vue quelconque. Cette détermination faite, on peut confier l'appareil à un dessinateur étranger aux opérations géométriques. Il faut seulement lui faire mettre, une première fois, la lunette à son point, sur un objet éloigné et la planchette à la distance convenable à sa vue (ce dont il s'assurera en constatant que toute parallaxe optique a disparu), lui faire tracer la circonférence du champ de lunette ainsi obtenu et mesurer la distance de l'arête supérieure du prisme de la chambre claire à la planchette, d'où l'on conclura le grossissement correspondant et le rayon du panorama. Ces précautions prises, le dessinateur n'aura plus qu'à tracer à l'avance les cercles de ses champs de lunette et à y amener les images successives qui forment le panorama, en faisant tourner sa lunette et en ajustant sa planchette.

» Parmi les habiles artistes qui m'ont prêté leur concours, pendant le siège, il y avait certainement des myopes et des presbytes, à un assez faible degré, toutefois, à moins qu'ils n'aient fait usage de besicles. Les diamètres des champs de lunette dont on a laissé subsister la trace sur la plupart des dessins exposés varient cependant de $0^{m},110$ à $0^{m},152$, mais il en résulte

graphiquement au mont Valérien, qui immédiatement couvrait d'obus le point désigné, ont empêché l'ennemi de continuer ces travaux.

simplement que les distances auxquelles on a placé la planchette ont varié entre $0^m,25$ et $0^m,35$.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que le degré de précision des mesures angulaires varie avec le champ de la lunette et avec la distance de la planchette. Les rayons de nos panoramas ont toujours dépassé 10^m et atteint jusqu'à 20^m ; on comprend donc aisément que, sur de pareils cercles, les angles n'ont pas cessé d'être évalués avec une extrême précision graphique.

» Pour caractériser à la fois le but de la méthode que je viens d'exposer et celui de l'appareil qui sert à l'appliquer, j'ai désigné celui-ci sous le nom de *Télémétrographe*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Guérison de la myopie progressive par l'iridectomie et la sclérotomie. Théorie circulatoire de la myopie.* Mémoire de M. **H. Dransart**, présenté par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission des Prix de Médecine et de Chirurgie.)

« *Résumé et conclusions.* — En résumé, l'analogie du glaucome et de la myopie, entrevue par M. Cusco et démontrée cliniquement dans notre travail de 1883 (Congrès de Rouen), et aussi par le récent travail de M. Dehenne sur la transformation du glaucome infantile en myopie (1884), reçoit une confirmation éclatante dans les résultats thérapeutiques que nous avons obtenus. La physiologie pathologique, la clinique et la thérapeutique se trouvent d'accord pour affirmer les liens qui relient entre elles ces deux affections, et dont le principal est le trouble circulatoire. *La myopie peut aboutir au glaucome, et le glaucome peut engendrer la myopie.* Voilà une vérité clinique actuellement incontestable.

» D'autre part, nous venons de prouver par des faits que le traitement qui guérit le glaucome donne les mêmes résultats dans la myopie progressive. *Naturam morborum curationes ostendunt.* En conséquence, la théorie circulatoire qui explique la production du glaucome est aussi celle qui explique la genèse de la myopie.

» En s'appuyant sur la pratique dont je viens de donner les résultats, il y aura lieu dans l'avenir de faire la sclérotomie ou l'iridectomie dans le cas de myopie progressive dont l'acuité visuelle est réduite à un quart et même à moins, et dont les progrès n'ont pu être arrêtés par les moyens thé-

rapeutiques ordinaires. Ces opérations arrêtent le progrès du mal, maintiennent l'acuité visuelle, qu'ils peuvent doubler et plus encore dans certains cas, ou même faire revenir quand elle a totalement disparu qualitativement ou quantitativement.

» J'ai prouvé dernièrement au Congrès français d'Ophtalmologie (janvier 1885) que l'iridectomie, de concert avec un traitement approprié, pouvait guérir un quart des décollements de la rétine et en améliorer les deux tiers. En adoptant la thérapeutique que j'ai l'honneur de soumettre à la haute appréciation du monde savant, l'iridectomie sera presque toujours faite comme mesure prophylactique du décollement de la rétine et supprimera par le fait le facteur principal de la cécité par myopie. L'observation n° 1, qui peut être considérée comme un cas de myopie en train de produire un décollement de rétine, est des plus instructives et aussi des plus concluantes à ce sujet.

» L'intérêt qui ressort des faits que nous venons d'exposer n'échappera à personne. Ces faits sont des cas de myopie extrêmes, rebelles à toutes les autres méthodes de traitement. Les résultats obtenus dans ces cas sont la confirmation la plus éclatante de la méthode de traitement que j'ai eu l'honneur de proposer au Congrès de Rouen en 1883.

» Ils prouvent que si l'iridectomie et la sclérotomie ont opéré une révolution dans le traitement des affections glaucomateuses, ces mêmes procédés opéreront également une révolution non moins bienfaisante dans le traitement de la myopie progressive.

» J'ai la conviction profonde que, pour la myopie progressive comme pour le glaucome, la Science possède actuellement les moyens de supprimer le nombreux contingent que cette affection fournit chaque année à la cécité. »

M. Balland soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la panification.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot, Schlœsing.)

M. Rambosson adresse, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, un Mémoire portant pour titre : « Propagation du mouvement cérébral et des phénomènes qui s'y rattachent. Mouvement réflexe déterminé à distance par la propagation de ce mouvement. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Marine et des Colonies** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire de l'Annuaire de la Marine et des Colonies de 1885.

M. **Agardh**, élu Correspondant de la Section de Botanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Dutrieux* portant pour titre : « Souvenir d'une exploration médicale dans l'Afrique intertropicale ». (Présenté par M. de Lesseps.)

2° L'Annuaire de la Marine de Commerce française, pour 1885. (Présenté par M. l'amiral Pâris.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la figure de la Terre.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Dans une Communication récente, suggérée par les recherches de M. Tisserand sur la constitution intérieure de la Terre, j'ai été amené à faire dépendre l'ellipticité à la surface des données de la précession et de la valeur de la quantité φ (rapport de la force centrifuge à la pesanteur sous l'équateur), bien déterminées, tandis que l'aplatissement déduit des observations est encore légèrement incertain. La loi admise pour les densités à l'intérieur du globe étant censée vérifier une égalité conforme aux données physiques du problème, on a trouvé pour limite supérieure de l'aplatissement $\frac{1}{295}$; pour limite inférieure, on peut prendre $\frac{1}{306}$, indépendamment de toute hypothèse sur les densités. Une équation remarquable obtenue par M. Radau (ce Volume, p. 973) conduit à un résultat bien plus précis.

» L'équation dont il s'agit peut être mise sous la forme

$$1 - 305{,}6\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{2}{5}\sqrt{\frac{5\varphi}{2\varepsilon} - 1} + \frac{2}{5}\int_0^1 \frac{D}{\Delta} da^5 \left(\frac{1 + \frac{1}{2}\eta - \frac{1}{10}\eta^2}{\sqrt{1+\eta}} - 1\right) = 0;$$

les notations habituelles sont conservées, et l'on suppose de plus, avec

M. Radau,

$$D = \frac{1}{a^3}\int_0^a \rho\, da^3, \quad \eta = a\frac{e'}{e};$$

quand l'expression de ρ au moyen de a est connue, η est obtenu au moyen de l'équation différentielle

$$a\eta' + 5\eta + \eta^2 + 2(1+\eta)\frac{\int_0^a \frac{d\rho}{da} a\, da}{\int_0^a \rho a^2\, da} = 0.$$

» Étudions le mode de variation de η avec a. Pour les petites valeurs de a, η est croissant, et il en sera de même jusqu'à ce que η' change de signe. En calculant η'' dans l'hypothèse $\eta' = 0$, il vient

$$a\eta'' + 2(1+\eta)\left(\frac{\int_0^a \frac{d\rho}{da} a^3\, da}{\int_0^a \rho a^2\, da}\right)' = 0.$$

» On peut remarquer d'abord que la dérivée qui figure dans le premier membre est négative si le rapport de la densité d'une couche quelconque à la densité moyenne du sphéroïde limité par cette couche décroît à mesure qu'on s'éloigne du centre. En développant le calcul, on trouve, d'autre part, que cette dérivée a le signe de

$$\frac{1}{12}a^6\rho\frac{d\rho}{da} - \frac{1}{3}a^3\frac{d\rho}{da}\int_0^a a^3\frac{d\rho}{da}da + \frac{1}{4}a^2\rho\int_0^a a^4\frac{d^2\rho}{da^2}da;$$

elle est donc négative du moment qu'on admet $\frac{d^2\rho}{da^2} < 0$. On conclut de là que η' ne peut changer de signe et que η croît constamment dans le cas où l'une ou l'autre des hypothèses ci-dessus sont satisfaites.

» A la surface, η devient

$$\eta_1 = \frac{5\varphi}{2\varepsilon} - 2,$$

ce qui est nécessairement inférieur à la valeur obtenue en remplaçant ε par $\frac{1}{306}$, soit $\frac{2}{3}$.

» Quand η varie de 0 à $\frac{2}{3}$, la fonction

$$f(\eta) = \frac{1 + \frac{1}{2}\eta - \frac{1}{10}\eta^2}{\sqrt{1+\eta}} - 1$$

demeure comprise entre $f(\frac{1}{3})$ et $f(\frac{2}{3})$, c'est-à-dire $+0,0008$ et $-0,0016$, de sorte qu'on peut écrire ainsi l'équation de M. Radau

$$1+\alpha-305,6\left(\varepsilon-\frac{\varphi}{2}\right)-\frac{2}{5}\sqrt{\frac{5\varphi}{2\varepsilon}-1}=0,$$

α étant inférieur à 0,0008 en valeur absolue. Dans les limites où α peut varier, on peut dire que l'aplatissement ne change pas et demeure égal à $\frac{1}{298}$. Toutes les lois proposées pour les densités conduisent à cette valeur de l'aplatissement qu'on peut appeler *valeur théorique;* l'équation ci-dessus permet de le démontrer sans calcul dans la plupart des cas, par exemple, dans la loi de Clairaut reprise par M. Darwin (*Bulletin astronomique*, t. I, p. 526).

» Donc, si l'aplatissement fourni par les observations est un peu différent de $\frac{1}{298}$, il devient impossible de représenter par une courbe continue les densités à l'intérieur du globe. Il en serait ainsi pour la valeur $\frac{1}{293,5}$ adoptée par le colonel Clarke.

» Plus récemment, une nouvelle discussion aurait donné à M. Helmert $\frac{1}{299}$. On doit, d'ailleurs, noter que la valeur théorique de l'aplatissement est calculée avec les données numériques actuelles alors qu'il aurait fallu prendre celles qui correspondaient à la période de solidification du globe. »

ASTRONOMIE. — *La lunette méridienne fixe*. Note de M. Ch.-V. Zenger.

« J'ai déjà eu l'honneur de soumettre à l'Académie une Note sur une méthode d'observation nouvelle et précise par une lunette fixe placée dans le méridien.

» J'ai montré qu'on peut, en faisant usage d'un fil en verre d'urane, fixer l'instant où l'étoile se trouve sur l'axe optique. L'étoile, en rencontrant le fil, offre une image dont l'intensité passe par trois phases : 1° elle disparaît un instant ; 2° elle brille vivement et momentanément en passant par le milieu du fil de verre qui forme lentille cylindrique : ce moment est noté ; 3° elle disparaît et réapparaît avec son éclat naturel.

» Un sidérostat est placé en avant de la lunette à une distance convenable et, par la marche de son miroir, il ralentit le mouvement de l'étoile à travers le champ de la lunette méridienne, qui est horizontale et dans une position invariable.

» A. *Détermination de l'angle de position et de la distance des étoiles doubles.* — On donne au miroir une vitesse telle que le mouvement diurne soit

ralenti dix ou vingt fois; une distance de 1 seconde produit alors une distance apparente de 10 à 20 secondes d'arc et un retard de $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ de seconde en temps de passage par le fil.

» On fait usage d'un micromètre à fil en losange à la place du micromètre annulaire pour déduire les différences en ascension droite et en déclinaison, et, par conséquent, l'angle de position.

» Le moment du passage par le centre optique de la lentille cylindrique est marqué par une touche électrique sur le cylindre d'un chronoscope à diapason vibrant 1000 fois par seconde. On peut ainsi obtenir le moment du passage directement à la $\frac{1}{1000}$ partie de la seconde de temps, c'est-à-dire à la 60e ou 70e partie d'une seconde d'arc; l'erreur personnelle peut être en outre déterminée à l'aide de l'appareil même, avec une précision dix à vingt fois plus grande que jusqu'ici.

» Pour se mettre à l'abri des influences de la température sur les vibrations du diapason, le chronoscope est placé dans une boîte à double paroi remplie de glace.

» B. *Mesure des parallaxes du Soleil ou des étoiles.* — Cette mesure n'exige qu'un pouvoir optique suffisant, elle peut remplacer les observations à l'héliomètre des petites planètes ou des étoiles voisines de celle dont la parallaxe doit être déterminée.

» On voit que, le mouvement étant uniforme et le facteur de réduction dix à vingt ou encore plus grand, on est entièrement à l'abri des erreurs d'horloge.

» On peut ainsi compter pour une simple observation sur une précision de 0'',02; jusqu'ici cette précision ne pouvait être atteinte avec les lunettes méridiennes les plus précises et les plus puissantes. »

GÉOMÉTRIE. — *Distance d'un point d'une courbe gauche à la sphère osculatrice au point infiniment voisin.* Note de M. L. Lecornu.

« Soient x, y, z les coordonnées rectangulaires d'un point d'une courbe gauche exprimées en fonction de l'arc S, pris pour variable principale. Soient R, T les rayons de première et de deuxième courbure; R', T' leurs dérivées premières par rapport à S; R'' la dérivée seconde de R. Les formules connues

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = dS^2,$$

$$d^2x^2 + d^2y^2 + d^2z^2 = \frac{dS^4}{R^2}$$

donnent, par différentiations successives,

$$dx\,d^2x + dy\,d^2y + dz\,d^2z = 0,$$
$$dx\,d^3x + dy\,d^3y + dz\,d^3z = -\frac{dS^4}{R^2},$$
$$d^2x\,d^3x + d^2y\,d^3y + d^2z\,d^3z = -\frac{R'}{R^3}dS^5,$$
$$dx\,d^4x + dy\,d^4y + dz\,d^4z = 3\frac{R'}{R^3}dS^5,$$
$$d^2x\,d^4x + d^2y\,d^4y + d^2z\,d^4z + (d^3x)^2 + (d^3y)^2 + (d^3z)^2 = -\frac{R''}{R^3}dS^6 + 3\frac{R'^2}{R^4}dS^6.$$

» On a, d'autre part, pour déterminer T, la formule suivante (BERTRAND, *Calcul différentiel*, p. 622)

$$(dy\,d^2z - dz\,d^2y)\,d^3x + (dz\,d^2x - dx\,d^2z)\,d^3y + (dx\,d^2y - dy\,d^2x)\,d^3z = \frac{dS^6}{R^2T}.$$

» On en déduit, en différentiant,

$$(dy\,d^2z - dz\,d^2y)\,d^4x + (dz\,d^2x - dx\,d^2z)\,d^4y + (dx\,d^2y - dy\,d^2x)\,d^4z = -\frac{dS^7}{R^4T^2}(R^2T' + 2RR'T).$$

» Supposons maintenant que l'axe des x soit tangent à la courbe au point considéré, que l'axe des y soit la normale principale, et que l'axe des z soit normal au plan osculateur, ce qui revient à poser

$$dy = dz = d^2z = 0.$$

Admettons, en outre, que la direction positive de l'axe des x soit celle qui correspond à l'accroissement positif de S; que l'axe des y soit dirigé vers le centre de courbure; enfin, que l'axe des z soit dirigé dans le sens vers lequel la courbe s'écarte du plan osculateur, lorsque S croît positivement. Les équations précédentes conduisent au Tableau suivant :

$$dx = dS,\quad d^2x = 0,\quad d^3x = -\frac{dS^3}{R^2},$$
$$dy = 0,\quad d^2y = \frac{dS^2}{R},\quad d^3y = -\frac{R'}{R^2}dS^3,$$
$$dz = 0,\quad d^2z = 0,\quad d^3z = \frac{dS^3}{RT};$$
$$d^4x = 3\frac{dS^4}{R^3}R',$$
$$d^4y = \frac{dS^4}{R^3}\left(2R'^2 - RR'' - \frac{R^2}{T^2} - 1\right),$$
$$d^4z = -\frac{dS^4}{R^3T^2}(R^2T' + 2RR'T).$$

» Remarquons, en passant, que la distance au plan osculateur, obtenue en développant z suivant les puissances croissantes de dS, est égale à $\frac{1}{6}d^3z$ ou à $\frac{1}{6}\frac{dS^3}{RT}$, expression déjà donnée par M. Ossian Bonnet.

» Pour calculer l'infiniment petit du quatrième ordre ε, qui représente la distance du point $(S + dS)$ à la sphère osculatrice au point (S), appelons ρ le rayon de cette sphère, α, β, γ les coordonnées de son centre et $\rho + \Delta\rho$ le rayon d'une sphère concentrique, passant par le point $(S + dS)$.

» Soient $x + \Delta x$, $y + \Delta y$, $z + \Delta z$ les coordonnées de ce dernier point. Nous avons rigoureusement

$$(\rho + \Delta\rho)^2 = (x + \Delta x - \alpha)^2 + (y + \Delta y - \beta)^2 + (z + \Delta z - \gamma)^2.$$

» En développant jusqu'au quatrième ordre, et remarquant que les termes finis doivent disparaître, ainsi que les infiniment petits des trois premiers ordres, il vient

$$\begin{aligned}24\rho\,\Delta\rho = {} & (x - \alpha)\,d^4x + (y - \beta)\,d^4y + (z - \gamma)\,d^4z \\ & + 3(d^2x^2 + d^2y^2 + d^2z^2) \\ & + 4(dx\,d^3x + dy\,d^3y + dz\,d^3z).\end{aligned}$$

» D'ailleurs, dans la position particulière attribuée aux axes, on trouve immédiatement, en égalant à zéro les infiniment petits des trois premiers ordres,

$$\begin{aligned}x - \alpha &= 0,\\ y - \beta &= -R,\\ z - \gamma &= -TR',\end{aligned}$$

et l'on en conclut, après quelques réductions,

$$\varepsilon = \Delta\rho = \frac{dS^4}{24\rho}\left(\frac{R'T'}{RT} + \frac{R''}{R} + \frac{1}{T^2}\right).$$

Cette formule (dans laquelle $\rho = \sqrt{R^2 + R'^2T^2}$) donne la distance cherchée. Si l'on appelle ρ' la dérivée de ρ par rapport à S, on peut aussi écrire

$$\varepsilon = \frac{dS^4}{24} \times \frac{\rho'}{RR'T^2},$$

» On peut mettre cette expression sous une forme plus élégante, en considérant la courbe décrite par le centre de la sphère osculatrice.

» Si dS_1 désigne l'arc de cette courbe correspondant à dS, et si l'on ap-

pelle R_1, T_1 ses deux rayons de courbure, on a

$$dS_1 = \frac{\rho\, d\rho}{TR'} = \frac{\rho\rho'\, dS}{TR'}.$$

» De plus,

$$\frac{dS_1}{R_1} = \frac{dS}{T} \quad \text{et} \quad \frac{dS_1}{T_1} = \frac{dS}{R}.$$

» D'après cela, on peut écrire indifféremment

$$24\varepsilon = \frac{dS^3\, dS_1}{RT\rho} = \frac{dS^2\, dS_1^2}{RR_1\rho} = \frac{dS\, dS_1^3}{R_1T_1\rho}.$$

» Remarquons encore que, si l'on appelle h la distance du point $(S + dS)$ à la tangente au point (S), on a

$$h = \frac{dS^2}{2R}.$$

En posant de même, pour la courbe S_1,

$$h_1 = \frac{dS_1^2}{2R_1},$$

la formule trouvée ci-dessus

$$\varepsilon = \frac{dS^2\, dS_1^2}{24RR_1\rho}$$

devient

$$\varepsilon = \frac{hh_1}{6\rho}.$$

» La puissance du point $(S + dS)$ par rapport à la sphère osculatrice en S est évidemment $2\varepsilon\rho$. Si donc on appelle *écart* d'une courbe la distance d'un point à la tangente au point infiniment voisin, on peut énoncer ce théorème :

» *La puissance d'un point d'une courbe gauche par rapport à la sphère osculatrice au point infiniment voisin est égale au tiers du produit des écarts de la courbe donnée et de la courbe décrite par le centre de la sphère osculatrice.* »

MÉCANIQUE. — *Résultats d'expériences entreprises à la Poudrerie nationale du Pont-de-Buis sur les appareils de régulation de deux turbines, dans le but de contrôler les conclusions du travail de M.* Léauté, *relatif aux oscillations à longues périodes* [1]. Note de M. **A. Bérard**, présentée par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'auteur.)

« Ayant eu connaissance du travail sur les oscillations à longues périodes que M. Léauté a soumis à l'Académie le 19 janvier dernier, et sachant quelle importance cette question présente dans la Mécanique appliquée, j'ai entrepris une série d'essais destinés à montrer comment peut se modifier l'effet des appareils de régulation à action indirecte, et à permettre ainsi de reconnaître si les conclusions théoriques de M. Léauté sont confirmées par l'expérience.

» Les installations dont je disposais ne permettaient pas de vérifier en détail l'exactitude numérique des diverses formules de M. Léauté ; mais elles fournissaient le moyen de faire varier dans des limites étendues les principaux paramètres qui y figurent. Elles donnaient ainsi la possibilité de voir si la marche du phénomène était celle annoncée par le calcul.

» La seule constatation de ce fait a, par elle-même, une réelle importance pratique, puisque la connaissance des éléments sur lesquels il faut agir et du sens dans lequel on doit opérer pour supprimer les oscillations à longues périodes fournirait déjà le moyen d'atteindre sûrement ce résultat.

» Il suffirait, en effet, de se ménager, au moment de l'installation, la possibilité de faire varier ceux de ces éléments dont on dispose.

» A ce titre, les expériences dont je vais faire connaître les résultats et où l'on a pu faire disparaître et apparaître presque à volonté les oscillations à longues périodes présentent un intérêt pratique assez net pour que j'aie cru pouvoir les communiquer à l'Académie.

» Ces expériences ont porté sur deux turbines de la Poudrerie nationale du Pont-de-Buis, l'une de 50 chevaux, l'autre de 10 chevaux.

---

(1) H. Léauté, *Mémoire sur les oscillations à longues périodes dans les machines actionnées par les moteurs hydrauliques et sur les moyens de prévenir ces oscillations* (*Comptes rendus*, 19 janvier 1885).

» La première est munie d'un régulateur du système Schabaver et elle présente fréquemment le phénomène des oscillations indéfinies.

» La seconde porte un régulateur à vitesse variable disposé d'après la théorie de M. Léauté ([1]) et qui rétablit généralement la vitesse de régime en cas de perturbation.

» Les essais ont toujours été faits de la façon suivante : on commençait par régler à la main l'ouverture de la vanne de façon à mettre la machine à sa vitesse de régime; ceci obtenu, on embrayait le mécanisme de commande du vannage, afin de s'assurer que, dans ces conditions, il ne tendait à déplacer la vanne ni dans un sens ni dans l'autre; puis, cette vérification faite, on débrayait ce mécanisme, on écartait rapidement la vanne de sa position normale et on réembrayait immédiatement. A partir de ce moment, on notait les positions successives de la vanne après chaque période d'action du régulateur.

» Le détail des expériences faites est consigné dans un dossier que je joins à cet extrait.

» Avec la turbine de 50 chevaux on a pu constater nettement que les oscillations indéfinies disparaissaient, toutes choses égales d'ailleurs :

» 1° Quand on diminuait l'isochronisme du régulateur; 2° quand on augmentait le travail résistant; 3° quand on diminuait le moment d'inertie total; 4° quand on diminuait la vitesse relative du vannage.

» Avec la turbine de 10 chevaux on a constaté que l'on pouvait faire apparaître l'état d'oscillation en augmentant l'isochronisme et diminuant le travail résistant.

» Ces conclusions sont précisément celles auxquelles conduit la théorie de M. Léauté.

» La loi relative au moment d'inertie était d'autant moins évidente que l'inverse paraît avoir lieu avec les régulateurs à action directe, et celle concernant la vitese relative du vannage est contraire à cette opinion de plusieurs praticiens que le défaut des appareils de régulation à action indirecte est de ne pas agir avec assez d'instantanéité.

» J'ajouterai que dans les expériences faites, pour les mêmes conditions de marche, l'amplitude des oscillations à longues périodes a toujours été

([1]) H. Léauté, *Sur un procédé permettant d'obtenir d'un régulateur à boules le degré d'isochronisme qu'on veut et de maintenir ce degré d'isochronisme pour toutes les vitesses de régime* (*Comptes rendus*, 25 août et 1er septembre 1879).

indépendante de la grandeur des perturbations initiales, comme l'indique la théorie, et que pour des conditions de marche différentes cette amplitude a varié assez régulièrement avec la grandeur numérique du terme $\frac{A}{4\rho\varepsilon}\frac{\Delta^2}{\delta}$ (1), qui, d'après M. Léauté, mesure la tendance aux oscillations. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la polarisation des tubes capillaires métalliques par l'écoulement des liquides sous hautes pressions.* Note de M. **Krouchkoll**, présentée par M. Jamin (2).

« Quand on chasse un liquide conducteur à travers un tube métallique capillaire sous une pression inférieure à 15^{atm}, le tube et le liquide qui s'écoule étant mis en communication avec les mercures d'un électromètre capillaire, on ne constate aucune polarisation du tube. Mais si l'on élève la pression, le tube commence à se polariser et cette polarisation croît avec la pression.

» Voici comment j'ai disposé l'expérience : le tube de verre de l'appareil de M. Cailletet (dans lequel on liquéfie les gaz) est terminé par un tube métallique de $0^m,01$ de longueur et de $0^{mm},5$ de diamètre intérieur. Le tube de verre est rempli d'un liquide conducteur (une dissolution très faible de sulfate de potasse) que l'on chasse à travers le tube capillaire en le comprimant avec la pompe de l'appareil; l'extrémité du tube métallique, par laquelle le liquide s'échappe, est aplatie et son ouverture rétrécie afin d'augmenter le frottement pendant l'écoulement. Ce tube est en communication avec l'un des mercures de l'électromètre. Le liquide ne commence à couler que sous une pression de 4^{atm} à 5^{atm}, il vient se ramasser dans un petit flacon fixé à l'extrémité du tube métallique et c'est dans le liquide contenu dans le flacon que plonge une lame métallique en communication avec l'autre mercure de l'électromètre capillaire.

---

(1) A représente l'ouverture moyenne de la vanne;

ρ le chemin que peut décrire la machine quand on supprime brusquement l'arrivée de l'eau par le seul effet de son inertie;

ε la vitesse relative du vannage;

Δ la différence des vitesses pour lesquelles le régulateur provoque l'ouverture et la fermeture de la vanne;

δ la différence des vitesses pour lesquelles le régulateur commence à entraîner le vannage et le fait ensuite rentrer au repos.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Jamin.

» Quand la pression dépasse 15^{atm}, la polarisation du tube métallique commence à devenir sensible à l'électromètre : un tube de platine ou de cuivre devient négatif (l'autre électrode étant une lame de platine, quand le tube est en platine, une lame de cuivre quand le tube est du même métal), le courant électrique tend à aller du tube à la lame à travers le liquide en suivant la direction du courant liquide.

» On a soin, avant de commencer l'expérience, de supprimer, à l'aide d'une force électromotrice extérieure, toute différence électrique entre le tube et la lame métallique servant de seconde électrode.

» Dans mes expériences avec le platine, la pression variait de 0^{atm} à 200^{atm}, et la force électromotrice variait de 0^{volt} à $0^{volt},06$. Avec le cuivre, la pression variait de 0^{atm} à 250^{atm} et la force électromotrice de 8^{volt} à $0^{volt},063$.

» La force électromotrice qui se produit dans ces conditions entre le tube et la lame est analogue à la force électromotrice de polarisation : elle ne se produit pas lorsqu'on chasse à travers le tube une dissolution d'un sel du métal qui forme ce tube. Ainsi, une dissolution de sulfate de cuivre ne produit aucun effet sur le tube de cuivre, quelle que soit la pression sous laquelle le liquide s'écoule. De même avec une dissolution de sulfate de zinc à travers un tube de zinc.

» Dès qu'on supprime la pression, la force électromotrice disparaît et l'électromètre revient au point de départ. Toutefois, si l'on répète les séries d'expériences un certain nombre de fois successivement avec le même tube, celui-ci garde des traces de polarisation à partir de la deuxième ou troisième série et l'électromètre ne revient pas tout à fait au zéro. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une pile nouvelle, dite* auto-accumulateur. Note de M. **Jablochkoff**.

« M'étant depuis longtemps occupé de rechercher une pile électrique simple et peu coûteuse, j'avais d'abord constitué une pile dont le métal combustible, qui était du sodium, était directement attaqué par l'oxygène de l'air. Cet appareil, qui offrait des avantages, présentait en même temps ce défaut qu'il était impossible d'arrêter son travail, à moins de le soustraire au contact de l'air.

» J'imaginai d'abord d'atténuer cet inconvénient en adjoignant à la pile un accumulateur recueillant le travail : cette combinaison obligeait à l'emploi simultané de deux appareils. Je suis arrivé à éliminer cette complication en formant une pile nouvelle à trois électrodes.

» Elle comprend en effet d'abord un métal oxydable formant la première électrode, puis une lame formée soit d'un métal peu oxydable, tel que le plomb, soit de charbon poreux susceptible de se polariser, cette lame formant la deuxième électrode; enfin une autre électrode formée de lamelles ou de tubes de charbon très poreux baignant dans l'air.

» Je décrirai seulement, parmi les divers types employés, le plus récent. Il se compose d'une cuvette plate en plomb ou plombée, dans laquelle on place des morceaux du métal oxydable; celui-ci peut être du sodium ou de l'amalgame de sodium, du zinc, du fer. Ce métal placé, on achève de remplir la cuvette jusqu'aux bords avec une matière spongieuse quelconque, toile d'emballage, sciure de bois, etc.

» Il peut alors se présenter deux cas : si l'on a fait usage du sodium, il n'est pas nécessaire d'introduire d'eau, le sodium s'oxyde, forme de la soude caustique qui attire l'humidité; si le métal employé est du zinc ou du fer, on mouillera la masse spongieuse avec une solution renfermant, soit du sel marin, soit de préférence du chlorure de calcium, lequel attire et conserve l'humidité.

» Enfin, sur la masse spongieuse aplatie, on place une rangée de tubes de charbon poreux. Pour le groupage, j'ai trouvé préférable de substituer à la cuvette en plomb une cuvette en charbon paraffiné.

» L'action qui naît dans cette pile est la suivante : lorsque l'élément est formé mais reste ouvert, il s'établit des courants locaux entre le métal oxydable et l'électrode sur laquelle il est placé; celle-ci est polarisée et son potentiel s'élève jusqu'à ce qu'il ait atteint celui du métal; l'action s'arrête alors ou se réduit au minimum. Si l'on veut recueillir le courant extérieur utile, il suffit de relier par un conducteur l'électrode ainsi polarisée à l'autre électrode de charbon; la décharge commence; de leur côté les courants locaux reprennent leur action et restituent à l'électrode sa charge à mesure qu'elle la dépense.

» Les éléments de cette pile ont été relevés à plusieurs reprises et trouvés les suivants : la force électromotrice dépend du métal oxydable employé; avec l'amalgame de sodium, elle est de $2^{\text{volts}},2$, avec le zinc de $1^{\text{volt}},6$, avec le fer de $1^{\text{volt}},1$.

» La résistance intérieure pour un élément ayant $0^{\text{m}},1$ de côté varie entre $0^{\text{ohm}},25$ et $0^{\text{ohm}},5$, suivant l'épaisseur de la couche spongieuse et son degré d'humidité.

» Les dimensions extérieures d'un élément sont de $0^{\text{m}},1$ en carré sur $0^{\text{m}},025$ de hauteur; le poids est de 200^{gr} à 250^{gr}.

» Les avantages de cette pile sont les suivants : sa simplicité et la commodité de sa manipulation. Voici comment celle-ci s'opère : les éléments sont rangés en piles de forme régulière; on les relie ensemble par groupes de dix au plus, qui se manient à la fois. On peut charger la pile de métaux oxydables pour plusieurs mois, il ne reste qu'à renouveler à temps le liquide; pour cela on prend un groupe d'éléments, on le trempe dans l'eau pure, on retire, on fait couler, puis on le trempe dans un réservoir rempli de solution de chlorure de calcium; le corps spongieux s'imbibe, on laisse écouler l'excès et l'on remet en place.

» Cette opération simple ne demande à être faite que très rarement si la pile est employée à un travail tel que sonneries, télégraphes; si l'on utilise son courant pour la lumière ou la force mécanique, la manœuvre devra être opérée toutes les vingt-quatre ou quarante-huit heures.

» Nous ferons remarquer que cette pile ne travaille pas lorsqu'on n'utilise pas son courant, qu'elle ne donne pas d'odeur;

» Qu'elle utilise les courants locaux qui sont si nuisibles dans les piles ordinaires; enfin et surtout :

» Qu'elle donne l'énergie électrique à très bas prix. En effet, on emploie dans cette pile les métaux à l'état de déchet, limailles, rognures.

» Si nous supposons qu'on fasse usage du fer, on sait que, pour obtenir un cheval-heure électrique, il faut consommer 850^{gr} de métal; or les rognures de fer valent environ $0^{fr},05$ le kilogramme, soit donc environ $0^{fr},04$ de ce chef; quant au chlorure de calcium, il n'a aucune valeur.

» On peut donc affirmer que cette pile donne une énergie de 1 cheval-heure pour une dépense de $0^{fr},05$. »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions et les points critiques de quelques vapeurs.* Note de MM. C. VINCENT et J. CHAPPUIS, présentée par M. Friedel.

« Nous nous sommes proposé d'étudier comment varient, avec les températures, les tensions maxima d'une série de gaz liquéfiés; de déterminer les points critiques de ces produits et de comparer entre eux les résultats obtenus, afin de vérifier, sur des corps plus nombreux, les hypothèses proposées par MM. Nadejine et Pawlowsky.

» Nous ne soumettrons aujourd'hui à l'Académie, en vue de prendre date, que les résultats que nous avons obtenus avec l'acide chlorhydrique et avec le chlorure de méthyle.

» Nous donnerons prochainement les nombres relatifs au chlorure

d'éthyle et la discussion des résultats de cette première série d'expériences.

» I. L'acide chlorhydrique, chassé de sa dissolution aqueuse par la chaleur et l'acide sulfurique, a été desséché et admis dans le tube à compression de l'appareil de M. Cailletet.

» Ce tube, fermé à la lampe, a été mis en expérience; un courant rapide d'eau chauffée graduellement, traversant un large manchon, a permis de porter à des températures constantes la partie extérieure du tube.

» Les températures ont été prises à l'aide d'un thermomètre très précis, et les pressions ont été lues sur un manomètre métallique.

» D'après nos expériences, le point critique de l'acide chlorhydrique se trouverait compris entre 51° et 51°,5.

» Ce résultat est d'accord avec les expériences de M. Gérard Ansdell [1], fixant le point critique de l'acide chlorhydrique à 51°,25.

» II. Le chlorure de méthyle pur, dont nous nous sommes servis, était contenu à l'état liquide dans un récipient. Nous n'avons pu procéder à l'emplissage du tube à expérience comme pour l'acide chlorhydrique, car, quelques précautions que l'on prenne, lors de la fermeture, une certaine quantité de chlorure de méthyle est toujours décomposée par la haute température nécessaire à la fusion du verre; il se produit un gaz qui ne se liquéfie pas dans les conditions de l'expérience, et dont la présence trouble notablement les résultats.

» Nous avons alors adopté le dispositif suivant : le tube, lavé, séché et fermé à l'avance, a été relié par le bas à un tube de verre muni d'un robinet à trois voies, disposé de telle sorte que l'on puisse, après avoir fait le vide dans l'appareil, à l'aide de la trompe de Sprengel, y laisser rentrer le chlorure de méthyle gazeux, pur et sec.

» Le tube à expérience a été alors porté sur la cuve à mercure, détaché du tube abducteur par un trait de lime, puis disposé dans l'appareil à pression. Un courant d'eau chaude a permis d'étudier la variation de la tension de la vapeur jusqu'à 96°; au delà de cette température, l'eau a été remplacée par de la glycérine.

» Regnault a étudié la tension de vapeur de l'éther méthylchlorhydrique entre — 30° et + 35°; les résultats de ses recherches sont représentés par une courbe dont l'équation est de la forme

$$\log F = a + b\alpha^t.$$

---

(1) G. Ansdell, *Proceedings of the Royal Society*, t. XXXIV, p. 113.

» Cette formule nous a permis de calculer les valeurs de la tension maximum et de comparer ces résultats à ceux de nos expériences.

» Cette comparaison est indiquée dans le Tableau suivant :

Températures.	Tensions mesurées (moyennes).	Tensions calculées d'après la formule.	Différences.
°	atm	atm	atm
35	7,50	7,48	+ 0,02
40	8,75	8,58	0,17
50	11,20	11,12	0,08
60	14,30	14,17	0,13
70	17,87	17,70	0,17
80	22,15	21,90	0,25
90	27,65	26,70	0,95
100	33,90	32,03	1,90
110	41,00	38,00	3,00
120	49,80	44,60	5,20
130	61,00	51,68	8,20
135	65,00	55,50	9,50
140	70,60	59,30	11,50
141	72,00	60,16	11,84

» On voit que la courbe des tensions de vapeur du chlorure de méthyle, établie d'après la formule de Regnault, et celle qui résulte de nos expériences se raccordent d'une façon satisfaisante vers 35°; que jusqu'à 90° ces deux courbes s'écartent de moins de 1^{atm}; mais qu'à partir de 100° la formule de Regnault ne représente plus d'une façon suffisante les résultats de nos expériences, l'écart à 141° atteignant près de 12^{atm}.

» A la température de 142°, nous avons pu comprimer le chlorure de méthyle à 150^{atm} sans apercevoir de ménisque. La température critique de ce gaz est donc voisine de 141°,5.

» Nous avons constaté, avec les tubes contenant des traces de gaz étranger, provenant du premier mode d'emplissage, un résultat singulier. La quantité de gaz permanent étant variable avec chaque tube, les pressions qui correspondaient à la température critique augmentaient avec la proportion de gaz étranger, et cependant la température critique restait toujours comprise entre 141° et 142°. »

CHIMIE. — *Sur les oxychlorures d'aluminium.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **A. Perrey**, présentée par M. Debray.

« M. Debray a obtenu, en 1866, les oxychlorures de tungstène en chauffant l'acide tungstique dans le chlorure de tungstène; MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost ont préparé, par la même méthode, l'oxychlorure de niobium.

» L'alumine anhydre ne se combine pas directement avec le chlorure d'aluminium, sans doute parce qu'elle peut seulement être obtenue par l'intervention d'une température élevée, à l'état d'oxyde déjà « cuit », selon l'expression employée par M. Chevreul pour caractériser une catégorie d'oxydes auxquels l'application de la chaleur a fait perdre une partie de leur énergie chimique.

» La combinaison directe des éléments libres de l'alumine avec le chlorure d'aluminium est, au contraire, facile à réaliser et nous a permis d'obtenir une série d'oxychlorures d'aluminium.

» Un lingot d'aluminium, chauffé au-dessous du rouge naissant dans un courant d'oxygène pur, devient incandescent si l'on fait arriver avec l'oxygène des vapeurs de chlorure d'aluminium. On cesse alors de chauffer le métal : sa combustion s'entretient d'elle-même, et l'on en peut régler l'activité en faisant arriver les vapeurs de chlorure et l'oxygène dans une proportion convenable.

» En brûlant, le lingot se délite, de la surface au centre, en feuillets qui se disposent régulièrement comme les feuillets d'un livre, s'accumulent en une pile volumineuse et s'émiettent, sous un léger choc, en parcelles translucides et incolores, ou opaques et irrégulièrement colorées en gris par du silicium interposé. Au moment où l'aluminium achève de disparaître, le silicium brûle à son tour : de proche en proche et successivement dans toutes les parties de la masse délitée, on observe un phénomène d'ignition de courte durée et des projections de matière, dues peut-être à des répulsions électriques.

» Le produit de la combustion de l'aluminium est, d'une manière générale, constitué non par un oxychlorure unique, mais par un mélange d'oxychlorures formés dans les phases diverses d'activité plus ou moins bien réglée de la combustion. Ces oxychlorures sont d'autant plus riches en oxygène qu'ils ont pris naissance à une température plus élevée. Les produits que nous avons analysés renfermaient, pour $1^{éq}$ de chlore, $2^{éq}$,6,

$3^{éq},5$, $4^{éq},1$, $4^{éq},5$, $5^{éq}$, $7^{éq}$, $7^{éq},5$ d'oxygène, ce qui conduit à admettre l'existence d'une série d'oxychlorures contenant, pour $1^{éq}$ de chlorure d'aluminium, de $2^{éq}$ à $8^{éq}$ d'alumine. La facile et complète solubilité des produits les plus pauvres en chlorure, dans les acides et les alcalis très dilués, ne permet pas d'admettre qu'ils renferment de l'alumine libre.

» Dans la réaction mutuelle du chlorure d'aluminium, de l'oxygène et de l'aluminium, le chlorure n'est sensiblement décomposé ni par l'oxygène ni par l'aluminium, car le métal enlevé au lingot et l'oxygène fixé dans la combustion sont exactement dans la proportion de $2^{éq}$ à $3^{éq}$, comme si le chlorure n'intervenait que pour provoquer la fixation de l'oxygène sur le métal.

» La combustion de l'aluminium dans un mélange de chlore et d'oxygène nous a également permis de préparer des oxychlorures; mais le plus chloré renfermait encore, par équivalent de chlore, $5^{éq}$ d'oxygène.

» Quelle que soit leur composition, les oxychlorures d'aluminium sont blancs, à moins qu'un peu de silicium ou d'aluminium interposés ne les colore en gris. Leur structure est cristalline et ils agissent sur la lumière polarisée avec une intensité qui, très faible chez les oxychlorures riches en chlore, s'accroît rapidement avec la proportion de l'oxygène contenu dans le composé.

» A une température inférieure à celle de leur formation, ils abandonnent lentement une partie de leur chlorure; à la température du rouge vif, ils en perdent la totalité. L'examen, dans la lumière polarisée, des fragments incomplètement décomposés montre que leur décomposition s'est opérée en progressant de la surface vers le centre.

» Les oxychlorures d'aluminium sont dédoublés par l'eau, dissous par les acides et les alcalis très dilués, avec une facilité d'autant plus grande qu'ils renferment une plus forte proportion de chlorure.

» L'action d'un mélange d'oxygène et de vapeurs d'iode sur l'aluminium sera l'objet d'une Communication ultérieure. »

CHIMIE. — *Sur la volatilisation apparente du silicium à 440°.* Note de MM. P. Hautefeuille et A. Perrey, présentée par M. Debray.

« L'aluminium préparé par l'industrie renferme toujours une proportion notable de silicium, de fer, etc., et l'action du chlorure d'aluminium sur ce métal impur donne lieu à des phénomènes qui méritent d'être signalés.

» En faisant passer des vapeurs de chlorure d'aluminium sur de l'alu-

minium chauffé à 1300° dans un tube de porcelaine, MM. Troost et Hautefeuille ont constaté le transport, dans les parties froides du tube, de globules d'aluminium pur; ils ont attribué ce phénomène à la production et à la décomposition successives d'un sous-chlorure d'aluminium.

» En faisant passer des vapeurs de chlorure d'aluminium sur de l'aluminium chauffé à 440° seulement dans un tube de verre, nous avons constaté le transport d'une substance amorphe formant, suivant les conditions de l'expérience, une poudre ténue ou un miroir métallique. Cette substance est formée de silicium, d'une proportion assez notable de fer et de quelques centièmes d'aluminium.

» En présence du chlorure d'aluminium, le silicium que contient l'aluminium est donc fixe à 1300°, volatilisé à 440°. Ce silicium se concentre dans l'aluminium chauffé à une température très supérieure à celle de la fusion du métal; il abandonne, par une sorte d'action de cémentation, une lame d'aluminium chauffée à une température très inférieure à celle de son ramollissement. »

CHIMIE. — *Sur la préparation de l'acide arsénique et l'existence de combinaisons des acides arsénieux et arsénique.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Debray.

« En oxydant l'acide arsénieux par l'acide azotique, j'ai obtenu quelquefois un liquide acide possédant des propriétés réductrices qu'il était naturel d'attribuer à la présence d'une certaine quantité d'acide arsénieux maintenu en dissolution dans l'acide arsénique.

» Cependant, en les concentrant par la chaleur, ces dissolutions laissaient déposer de petits cristaux aciculaires d'une combinaison des acides arsénique et arsénieux, dont la composition est représentée par la formule

$$2\,AsO^5, 3\,AsO^3, 3\,HO.$$

» Il est facile de reproduire à volonté cette combinaison et de constater sa formation pendant l'oxydation de l'acide arsénieux par l'acide azotique.

» L'acide azotique ordinaire du commerce ne réagit que très lentement à froid sur l'acide arsénieux. Si l'on introduit dans un matras 100^{gr} d'acide arsénieux finement pulvérisé et 25^{cc} à 30^{cc} d'acide azotique ordinaire, c'est à peine si, à la température ordinaire, quelques vapeurs rutilantes se dégagent. En chauffant légèrement, l'attaque commence, des

vapeurs nitreuses se dégagent avec abondance, puis bientôt la masse tout entière se solidifie et l'examen microscopique montre qu'elle est formée de petits cristaux nacrés identiques à ceux que j'ai signalés ci-dessus et qui se distinguent nettement, dans la lumière polarisée, d'un excès d'acide arsénieux non attaqué. Si l'on chauffe cette masse à l'air libre de façon à éliminer l'excès d'acide azotique et si l'on reprend par l'eau bouillante, on obtient, par refroidissement, des cristaux octaédriques d'acide arsénieux, puis, par une nouvelle concentration, les cristaux aciculaires du composé $2AsO^5, 3AsO^3$, Aq, qui se déposent dans une eau mère très riche en acide arsénique.

» Lorsqu'on mouille ces cristaux avec une petite quantité d'eau, sur le porte-objet du microscope, on les voit perdre immédiatement leur transparence et se transformer en chapelets d'octaèdres réguliers d'acide arsénieux.

» Cette décomposition explique qu'ils ne puissent se former lorsqu'on attaque l'acide arsénieux par de l'acide azotique étendu et justifie le choix qu'a fait M. Em. Kopp [1] d'un acide de densité 1,35 pour la préparation industrielle de l'acide arsénique. Ainsi, dans l'expérience que je citais tout à l'heure, lorsque l'acide arsénieux s'est transformé au contact de l'acide azotique concentré en un magma de fines aiguilles, si l'on ajoute une petite quantité d'eau, on voit immédiatement de l'acide arsénieux se déposer et l'attaque par l'acide azotique, qui était devenue très lente, recommence.

» La combinaison $2AsO^5, 3AsO^3$, Aq n'est pas la seule que l'on puisse observer entre les deux acides. Si dans l'opération précédente on a laissé inoxydé une très forte proportion d'acide arsénieux, les cristaux que l'on obtient ont comme composition

$$AsO^5, 2AsO^3, \text{Aq}$$ [2].

» Ils se distinguent facilement des précédents lorsqu'on les examine au microscope; ce sont des lames rectangulaires beaucoup plus volumineuses et qui ne portent aucune modification.

---

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVIII, p. 106.

[2] Je ne saurais, en ce moment, fixer avec certitude l'état d'hydratation de ce composé et du suivant. Les cristaux se dessèchent difficilement et la détermination de l'eau, par différence, n'offrirait aucune précision. D'autre part, la détermination directe m'a présenté des difficultés que je n'ai pas encore réussi à surmonter.

» En présence d'un grand excès d'acide arsénique, la liqueur sirupeuse laisse déposer de très fines aiguilles du composé

$$AsO^5, AsO^3, Aq.$$

» Mais le plus souvent les cristaux de ces trois composés se mélangent et il est bien difficile de les obtenir séparés. L'examen microscopique permet seul de s'assurer si l'analyse porte sur une matière pure. Je poursuis d'ailleurs l'étude du composé AsO^5, AsO^3, qui présente un intérêt plus particulier en raison de son analogie avec le composé correspondant de l'antimoine.

» Me bornant aujourd'hui à signaler l'existence de ces combinaisons intermédiaires entre les acides arsénieux et arsénique, je signalerai cependant quelques conséquences que l'on peut tirer de leur formation probables toutes les fois que l'on cherche à oxyder l'acide arsénieux en liqueur acide.

» Ces composés se détruisent au contact de l'eau; cependant, en présence d'un grand excès de liquide, la dissolution devient complète. Si l'on évapore lentement la liqueur, elle laisse déposer de l'acide arsénieux, puis des cristaux de l'une ou l'autre combinaison, et enfin il reste une eau mère riche en acide arsénique. La décomposition est donc limitée par des doses d'acide arsénieux et arsénique qui dépendent de l'état de concentration de la liqueur.

» En présence des dissolutions alcalines étendues, la décomposition du produit $2AsO^5, 3AsO^3, Aq$, que j'ai plus particulièrement étudié jusqu'ici, paraît être, au contraire, complète. Si l'on verse en effet une solution titrée de soude (¹) dans une dissolution renfermant un poids connu de cette substance, additionnée de quelques gouttes d'*orangé n°* 3, on reconnaît que la neutralité est atteinte pour deux équivalents de base, c'est-à-dire que la matière se comporte comme si l'acide arsénique était libre. Par concentration, de l'acide arsénieux se dépose et la liqueur renferme de l'arséniate monosodique qui cristallise à son tour. Il ne paraît donc pas se former, du moins dans les conditions où je me suis placé, de composés salins correspondant à un acide $2AsO^5, 3AsO^3, 3HO$.

» Les recherches calorimétriques montreront si ces combinaisons des acides arsénique et arsénieux sont totalement ou partiellement décomposées

---

(¹) Comme l'acide phosphorique, l'acide arsénique est neutralisé, en présence de l'*orangé n°* 3, par un équivalent de soude; mais une dissolution, saturée à l'ébullition, d'acide arsénieux dans l'eau est sans action sur cette matière colorante.

en liqueurs très étendues et si leur formation, assimilable à une éthérification, joue quelque rôle dans l'oxydation de l'acide arsénieux dissous. L'oxydation de l'acide arsénieux par le chlore ou l'iode est très lente et incomplète en liqueur acide; elle est au contraire rapide et complète en solution alcaline. Les faits curieux que M. Berthelot a observés (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXVIII, p. 496) doivent être rapprochés des précédents : à 100° et au bout de vingt heures, une solution chlorhydrique d'acide arsénieux avait absorbé, au contact d'une lame de platine, près de la moitié de la quantité d'oxygène nécessaire pour une oxydation complète. Pendant le même temps et à la même température, l'absorption de l'oxygène par une dissolution d'arsénite était telle que les $\frac{4}{5}$ de ce sel étaient transformés en arséniate ».

CHIMIE. — *Sur la limite de combinaison des bicarbonates de magnésium et de potassium*. Note de M. R. Engel, présentée par M. Friedel.

« J'ai démontré antérieurement que le bicarbonate de potasse déplace l'acide carbonique d'une solution de bicarbonate de magnésie, avec production de sesquicarbonate double de magnésie et de potassium

$$CO^3Mg, CO^3HK + 4H^2O.$$

Ce sel se forme, avec un dégagement de chaleur relativement considérable, par l'action directe du bicarbonate de potasse en solution sur le carbonate de magnésie.

» J'ai déterminé les conditions d'équilibre qui résultent de l'action de l'un des bicarbonates sur l'autre : 1° lorsqu'on fait varier la pression de l'acide carbonique qui maintient le carbonate de magnésie en solution à l'état de bicarbonate; 2° lorsqu'on augmente, à une même pression d'acide carbonique, la proportion d'un des carbonates réagissants.

» La description d'une expérience fera comprendre la marche du phénomène et la manière dont les opérations ont été conduites.

» On introduit dans la bombe que j'ai décrite (*Comptes rendus*, 16 février 1885) 6^{lit} d'une solution de bicarbonate de magnésie dont 10^{cc} exigent $9^{cc},7$ d'acide sulfurique normal pour la neutralisation, et 500^{gr} de bicarbonate de potasse solide. De l'acide carbonique se dégage en abondance; quand le dégagement a cessé, on fait passer à travers la bombe un courant d'acide carbonique. Le liquide est constamment agité en présence du gaz depuis le début jusqu'à la fin de l'expérience. Un courant d'eau maintient

constante la température de l'appareil. En faisant de temps en temps des prises d'essai du mélange, on constate la formation d'un précipité bien cristallisé de sesquicarbonate double de potassium et de magnésium qui augmente en même temps que le titre alcalimétrique du liquide filtré va en diminuant. Voici, pour l'exemple choisi, les résultats obtenus :

Heures.	Températures.	Titre alcalimétrique en centimètres cubes de SO^4H^2 titré pour 10cc du liquide.
9,15	14°	14cc (1)
9,30	14,5	12,4
9,50	14,75	9
10,30	15	7,1
11,00	15	6,65
11,45	15	6,55
12,45	15	6,425?
1,45	15	6,45
2,45	15	6,45
3,45	15	6,45

» La limite de la réaction, dans les conditions données, est donc atteinte, lorsque la somme des bicarbonates dans le mélange est telle qu'il faille $6^{cc},45$ d'acide sulfurique titré pour neutraliser 10^{cc} du liquide filtré. Il suffit dès lors de doser dans le liquide filtré la magnésie à l'état de pyrophosphate de magnésie, pour avoir le rapport des deux bicarbonates en solution.

» On reprend l'opération en ajoutant successivement 100^{gr} de bicarbonate de potasse ou de carbonate de magnésie cristallisé, si l'on veut étudier l'influence de l'excès d'un des corps réagissants, ou bien en portant la pression de l'acide carbonique à 2^{atm}, 3^{atm}, 4^{atm}, 5^{atm}, ..., si l'on veut déterminer l'influence de l'acide carbonique. Des expériences de cet ordre n'ont été effectuées sur aucun sel double. Les résultats déduits de plus de cent expériences sont les suivants :

» 1° La décomposition du sel double tout formé, en suspension dans l'eau, augmente, à une température donnée, avec la pression de l'acide carbonique.

» 2° Cette augmentation est la suivante à 16° :

1^{atm}.	2^{atm}.	4^{atm}.	6^{atm}.
6,25	7,1	7,95	8,3

(1) Dissolution du bicarbonate de potasse.

» Dans ces cas les rapports des deux bicarbonates sont d'une molécule de carbonate de magnésie CO^3Mg sous forme de bicarbonate et d'une molécule de bicarbonate de potasse.

» 3° Inversement, si l'on traite une molécule de carbonate de magnésie en solution dans l'acide carbonique, par une molécule de bicarbonate de potasse, de manière que la somme des carbonates en solution exige plus de $6^{cc},25$ d'acide sulfurique titré pour la neutralisation, il se dégage de l'acide carbonique; du sel double se forme, jusqu'à cette limite de 6,25.

» 4° Si, dans l'expérience précédente, on empêche l'acide carbonique de s'éliminer, on voit la pression monter à 2^{atm}, 3^{atm}, 4^{atm} suivant la richesse primitive des solutions et, l'équilibre une fois établi, le titre alcalimétrique du liquide filtré est le même que celui qu'on obtient en décomposant le sel double dans l'eau à la même température, et en présence d'acide carbonique à la même pression.

» 5° En faisant varier les rapports des deux carbonates, on a obtenu les résultats consignés dans le Tableau ci-dessous.

» La deuxième colonne donne la quantité d'acide sulfurique titré normal nécessaire pour neutraliser le bicarbonate de potasse contenu dans 10^{cc} du liquide filtré. Les chiffres représentent donc le nombre de molécules de bicarbonate de potasse en solution.

» La troisième colonne indique de même l'acide sulfurique nécessaire pour neutraliser le carbonate de magnésie en solution sous forme de bicarbonate. Les chiffres obtenus sont déduits de dosages de la magnésie à l'état de pyrophosphate de magnésie.

» La quatrième colonne indique le nombre de centimètres cubes d'acide sulfurique nécessaires pour neutraliser le bicarbonate de magnésie, calculés d'après la formule donnée plus loin.

		CO^3Mg	
	CO^3HK.	trouvé.	calculé.
I.	II.	III.	IV.
1.............	1,53	5,12	5,13
2.............	2,11	4,26	4,20
3.............	2,775	3,25	3,33
4.............	3,6	2,4	2,5
5.............	4,63	1,77	1,75
6.............	5,85	1,2	1,15
7.............	6,35	1,00	0,97

» Le phénomène est représenté par la formule

$$y = \sqrt{2^{\alpha - x}},$$

x étant l'acide sulfurique nécessaire pour neutraliser le bicarbonate de potasse, y la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour neutraliser le carbonate de magnésie CO^3Mg, α une constante; j'ai déterminé α à l'aide des données des expériences 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, et j'ai trouvé $\alpha = 6,25$. Dans le Tableau qui précède, on voit la concordance des chiffres trouvés et de ceux que l'on a calculés à l'aide de la formule. On remarquera que : 1° la constante $\alpha = 6,25$ est précisément le coefficient de décomposition du sel double à 16°; à 17°, on a trouvé 6,3, soit un chiffre très voisin de 6,25; 2° quand on fait $x = 6,25$, $y = 1$; 3° la somme des carbonates qui peuvent rester en solution atteint un minimum $= 6$ quand il faut autant d'acide sulfurique pour neutraliser CO^3Mg qu'il en faut pour neutraliser CO^3HK. Pourtant le sel double résulte de la combinaison directe de 1^{mol} de carbonate de magnésie qui exige 2^{cc} d'acide sulfurique pour la neutralisation et de 1^{mol} de bicarbonate de potasse, qui n'exige que 1^{cc} d'acide sulfurique pour la neutralisation; 4° x croissant toujours, y tend vers zéro. L'expérience, aussi loin qu'elle a pu être menée, justifie cette déduction de la formule. »

CHIMIE. — *Sur un chlorhydrate de protochlorure de chrome.* Note de M. RECOURA, présentée par M. Berthelot.

« L'acide chlorhydrique peut se combiner avec les chlorures métalliques en donnant naissance à des chlorhydrates de chlorure. M. Berthelot a démontré la généralité de ce phénomène et a indiqué les conditions thermochimiques de sa réalisation (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 85 et 94). M. Ditte a étudié également de semblables composés (*ibid.*, t. XXII, p. 551). Je poursuis cette étude pour les divers degrés de chloruration du chrome et des métaux analogues.

» Je décrirai aujourd'hui un composé donné par le protochlorure de chrome. Voici comment je l'obtiens. Dans une dissolution assez fortement concentrée de protochlorure de chrome, on fait passer un courant d'acide chlorhydrique sec et absolument dépouillé d'oxygène. On a soin de refroidir le vase qui renferme le protochlorure pour éviter l'échauffement considérable provenant de la dissolution de l'acide chlorhydrique. Au bout de quelque temps, on voit, pendant le passage du gaz chlorhydrique, se former un dépôt cristallin d'un bleu plus ou moins foncé suivant les circonstances. En effet, suivant que la liqueur est plus ou moins riche en protochlorure de chrome, l'acide chlorhydrique précipite d'abord, soit le

chlorure lui-même qui est bleu foncé, soit un chlorhydrate de chlorure d'un bleu plus clair. Je laisse de côté pour le moment les circonstances qui influent sur la formation de ces premiers composés dont je n'ai pas encore terminé l'étude, non plus que celle des dérivés du sesquichlorure de chrome, et des chlorures de fer et de manganèse; je veux parler uniquement aujourd'hui du produit ultime de l'action de l'acide chlorhydrique. En continuant à faire passer le courant de ce gaz, on voit le précipité augmenter; puis, au moment où la liqueur est saturée d'acide chlorhydrique, on voit tout à coup le précipité bleu déjà formé changer de couleur et devenir en quelques instants blanc bleuâtre. A partir de ce moment, le courant, si prolongé qu'il soit, n'amène plus aucune modification.

» Le composé ainsi formé est une poudre très fine, d'un blanc légèrement bleuâtre. A la température de 20°, il se dissocie déjà dans l'eau mère, en dégageant constamment de nombreuses bulles de gaz chlorhydrique. Mais à 0° il est stable, en présence de la dissolution.

» Son analyse est assez délicate; car, outre qu'il se dissocie constamment en perdant de l'acide chlorhydrique, il ne peut être mis en contact, même un seul instant, avec une atmosphère ne renfermant même que des traces d'oxygène sans s'oxyder immédiatement. Pour arriver à le sécher et à le peser, on l'a lavé plusieurs fois, avec de la benzine purgée d'air, et finalement desséché dans un courant d'acide chlorhydrique absolument exempt d'oxygène.

» Son analyse a donné la composition suivante :

$$HCl, 3(CrCl), 13HO.$$

	Calculé.	Trouvé.
Cl	41,89	41,98
H de HCl, calculé	0,29	0,29
Cr	23,25	22,83
HO par différence	34,55	34,94

» Je reviendrai sur l'étude thermochimique de ce composé, laquelle est liée à celle des sels de protoxyde de chrome que je poursuis en ce moment. »

THERMOCHIMIE. — *Etude calorimétrique des effets de la trempe et de l'écrouissage sur l'acier fondu.* Note de M. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« Nous avons pensé qu'il serait intéressant de rechercher si les modifications apportées par la trempe ou l'écrouissage aux propriétés physiques

du fer et de l'acier ne seraient pas expliquées par des modifications thermiques.

» Il fallait, pour résoudre la question, mesurer la chaleur dégagée, dans une même réaction, par le même métal sous des états physiques différents.

» La réaction que nous avons choisie est la dissolution du fer dans le chlorure double de cuivre et d'ammonium exactement neutralisée; cette dissolution se fait en quelques minutes, pourvu que le métal soit très finement divisé et ne laisse, à part le carbone hydraté, aucun résidu solide qui puisse arrêter l'attaque sans que l'observateur en soit averti. On pouvait craindre cependant l'oxydation à l'air du chlorure cuivreux formé; mais nous avons vérifié que cette cause d'erreur était négligeable dans les conditions des expériences.

» Quatre échantillons représentant les termes principaux de la série des produits industriels furent choisis comme types et subirent les préparations convenables :

		Carbone.
1.	Acier fondu extra-doux à	0,17
2.	» de dureté moyenne	0,54
3.	» pour outillage	1,17
4.	Fonte blanche de Suède	4,10

» Chacun de ces échantillons devait être essayé recuit, écroui et trempé. Seul, le n° 1, qui ne durcit pas notablement par la trempe, n'a pas été trempé; la fonte n'a subi que la trempe en coquille; les recuits ont été fait au rouge, dans un courant d'hydrogène, sur la limaille tamisée provenant des barreaux écrouis.

» Pour les expériences calorimétriques, nous nous sommes servi du calorimètre à eau de M. Berthelot et d'un agitateur spécial qui permettait de brasser à la fois le liquide et la poudre métallique.

» Les élévations de températures observées, toutes corrections faites, sont réunies dans le Tableau I; les chiffres, dont chacun est la moyenne de deux essais concordants, se rapportent à $1^{gr},500$ de métal dissous dans 500^{cc} d'une solution de chlorure double de cuivre et d'ammonium saturé à 9° (densité : 1,1684); ils ont été diminués de l'élévation de température due à la redissolution du cuivre d'abord précipité et correspondent, par conséquent, au déplacement simple

$$CuCl^2 + Fe = FeCl^2 + Cu.$$

TABLEAU I ([1]).

Métal.	Recuit.	Écroui.	Trempé.
	°	°	°
1	2,151	2,247	»
2	2,111	2,207	2,222
3	1,895	2,018	2,056
4	1,419	»	1,632

» Faute de certaines données numériques, nous ne pouvions traduire ces chiffres en calories avec une précision assurée. D'ailleurs la transformation moléculaire totale des barreaux n'étant pas réalisée en pratique, cette traduction n'aurait que peu d'intérêt.

» Pour mieux dégager le phénomène qu'il s'agissait d'étudier, nous avons calculé le rapport des élévations de température mesurées à l'élévation de température donnée, pour chaque type, par la limaille recuite. Ces rapports sont réunis dans le Tableau II.

TABLEAU II.

Métal.	Recuit.	Écroui.	Trempé.
1	1,000	1,045	»
2	1,000	1,045	1,052
3	1,000	1,065	1,084
4	1,000	»	1,150

» Ces résultats sont concluants : partout, la trempe, comme l'écrouissage, s'accuse par une augmentation de chaleur qui croît dans le même sens que la teneur en carbone.

» Nous croyons donc que l'on peut considérer comme établie l'existence déjà très probable de deux variétés isomériques du fer, α et β ([2]).

» Le fer α cristallisé, ou tout au moins cristallitique, s'obtient par tout

---

([1]) Les résultats bruts sembleraient indiquer que les fers carburés sont constitués avec dégagement de chaleur, bien que MM. Troost et Hautefeuille aient démontré le contraire (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 964). Cette divergence apparente peut être attribuée à la formation, avec absorption de chaleur, de l'hydrate de carbone de M. Schützenberger.

([2]) Les modifications dues à la trempe et à l'écrouissage ont été attribuées à une transformation allotropique du fer par M. Tresca (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 351). M. Werth et moi avions émis la même opinion dans un Mémoire déposé sous pli cacheté à l'Académie le 3 juillet 1883.

recuit au rouge, suivi d'un refroidissement lent; il se transforme en fer β (que la structure de l'acier trempé autorise à regarder comme amorphe), soit par une déformation permanente à basse température, soit par refroidissement rapide à partir du rouge, mais seulement alors en présence du carbone ou de quelques autres corps (manganèse, tungstène) exerçant la même influence sur les propriétés des aciers.

» Nous avons aussi comparé, par la même méthode, le cuivre écroui et le cuivre recuit dans l'hydrogène; mais tous deux ont donné la même élévation de température : $0^o,21$ pour $1^{gr},500$ de cuivre dissous dans 500^{cc} de chlorure double.

» Ce travail a été fait au Laboratoire de la Sorbonne, où M. Troost a bien voulu nous donner la plus bienveillante hospitalité. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution minéralogique de la sierra Nevada de Grenade.* Note de M. **Guillemin-Tarayre**, présentée par M. Fouqué.

» La sierra Nevada occupe plus de 3000^{kmq} de superficie et son sommet le plus élevé, le pic de Veleta, atteint l'altitude de 3554^m. C'est le point culminant de la chaîne Bétique et le plus haut pointement des plissements intérieurs de la péninsule. Ce puissant massif est presque uniquement composé de schistes micacés, très grenatifère et quartzifère, avec mélange de schistes chlorités sur le versant sud. Il doit son haut relief aux soulèvements qui ont fait émerger les gneiss et les granulites, les amphibolites, les serpentines et les ophites. Au contact des roches soulevantes, les schistes paraissent fortement tourmentés; la masse générale, au contraire, s'est soulevée sans dislocation, en subissant des plissements dans ses strates restées presque horizontales. Le quartz s'y est injecté en veinules irrégulières, ou en nappes parallèles aux lits qui alternent avec des quartzites intercalées. Les roches amphibolites la pénètrent de veines qui se résument en dykes dans les parties supérieures, tandis qu'à la base on constate les épanchements d'ophites et de serpentines.

» La partie ouest est caractérisée par de nombreux filons métallifères, peu continus et irréguliers, dans lesquels on constate les sulfures d'argent, le cuivre gris, la pyrite cuivreuse, le cobalt sulfuré, la galène et la calamine.

» Le noyau compact de la sierra, par sa disposition et son horizontalité, a dû opposer une grande résistance aux dégagements des émanations

métallifères; il semble avoir agi, à toutes les périodes d'activité terrestre, comme un obturateur; aussi faut-il chercher les dépôts métallifères sur le pourtour de la masse ou dans les chaînes voisines, comme celles de Lujar et de Gador, situées symétriquement de chaque côté du versant sud. Entre ces deux amas métallifères bien connus s'étend, au pied même de la sierra, une zone continue de gisements de cinabre, qui s'étend en écharpe de Torbiscon jusqu'au nord de Ugijar, sur plus de 20^{km}, et reparaît sur le versant nord-est, depuis Ferreira, placé sous le méridien de Guadix, jusqu'à Purchena, sur une distance double, à travers la sierra de los Filabres. La zone sud, celle des Alpujarras, est plus facile à étudier par la disposition des barrancos profonds qui découpent le versant de la sierra; là, dans les schistes talqueux du trias, que surmontent les calcaires dolomitiques du jurassique, on peut constater de nombreuses veines de cinabre associées à du cuivre gris et à des sulfures de nickel et de cobalt, ainsi qu'à des hématites, si les veines sont minces et irrégulières; par contre, la diffusion du cinabre s'est opérée dans les masses tendres du trias et dans les cavités des calcaires, à de grandes distances des gîtes. On peut constater, par un simple lavage des terres, la couleur du cinabre et les analyses donnent jusqu'à 2 et 3 pour 100 de teneur en mercure pour les terres d'affleurement.

» Le versant nord-ouest qui regarde Grenade est essentiellement aurifère; c'est dans la partie du massif de la sierra largement ouvert par un cirque d'effondrement placé entre le pic de Veleta et celui de Mulhacen, où le Genil prend sa source, que l'on constate la nature aurifère des micaschistes. Ici encore, on est frappé du même caractère de diffusion, on ne trouve pas de filon aurifère, mais la masse entière du micaschiste est imprégnée du métal précieux dans une proportion presque égale à celle des veinules quartzeuses elles-mêmes, qui sont ordinairement considérées comme le véhicule unique de l'or. Cette minéralisation du massif de la chaîne et la formation du cirque de San Juan ont donné naissance à un dépôt détritique très puissant qui reproduit sous une forme saisissante, au pied de la sierra Nevada de Grenade, les dépôts d'alluvions aurifères de la sierra Nevada de Californie que j'étudiais il y a quelques années.

» Une coupe idéale tracée par l'axe du cours supérieur du rio Genil et prolongée jusqu'à Grenade rétablirait l'axe de la vallée tertiaire du Genil; elle montre les micaschistes du cirque traversés des veines et des nappes de quartz; les pénétrations d'amphibolites couronnent les sommets

de dykes et, au fond du barranco de San Juan, gisent les masses serpentineuses. Des calcaires anciens de couleur foncée et veinés de spath blanc succèdent aux micaschistes sur 500^m à 600^m. Des calcaires noirs, rapportés jusqu'ici au permien, forment ensuite une large bande qui borde les rives du Genil sur près de 2^{km} de longueur en présentant des caractères de grand métamorphisme; viennent après quelques lambeaux de terrains indéterminés.

» Le terrain miocène apparaît ensuite, bientôt recouvert d'une puissante assise de pliocène; une couche de marnes grises micacées et sableuses offre un horizon très net pour l'étude et la séparation des étages tertiaires; la molasse et les conglomérats avec une assise de calcaire grossier complètent le pliocène. L'élément détritique se montre à son tour et, tandis qu'il ne forme, sur les pentes de la sierra, que des dépôts minces et irréguliers, il remplit, dans la coupe indiquée, l'ancien lit du Genil, qu'il a comblé entièrement sur plus de 200^m d'épaisseur et sur 6^{km} de longueur, depuis la hauteur du village de Cenès jusqu'à la porte Elvira, de Grenade.

» Cette masse alluviale forme ainsi les protubérances du Cerro del Sol, de l'Alhambra et de l'Albaicin; elle était désignée par les géologues sous le nom de conglomérat de l'Alhambra, et doit être considérée comme postpliocène.

» Les perturbations géologiques qui ont mis fin à la formation pliocène ont dû rompre le seuil du grand cirque de San Juan, donner issue aux eaux accumulées et au magma détritique, qui s'est facilement écoulé sur une pente de 2 pour 100 environ. Cette origine locale du dépôt détritique est bien prouvée par la composition même des alluvions. Les conglomérats pliocènes sont composés de toutes les roches du massif, de l'enveloppe calcaire comme du noyau de micaschiste; les alluvions et conglomérats aurifères du Cerro del Sol n'offrent que les seuls éléments du barranco de San Juan : micaschistes très grenatifères, quartz blanc et colorés, nodules d'amphibolite, blocs de quartzite et, comme minéraux : fer oligiste et oxydulé, fer titané, andalousite, tourmaline, rutile, émeraude, et probablement d'autres espèces que l'étude ultérieure déterminera, le tout accompagné de grains d'or fin au titre de 990-995, avec trace d'argent et quelquefois association de platine. La teneur des alluvions varie de $0^{fr},25$ à 6^{fr} d'or au mètre cube, la teneur moyenne devant être considérée de $0^{gr},5$ par mètre cube. La propriété aurifère se rencontre également dans les éléments rocheux, micaschistes et quartz.

» Le Tableau comparatif de diverses analyses met les faits en évidence :

		Or. millionn.	Argent.
Massif de la Sierra.	Micaschiste du barranco San Juan.	5	traces
	»	2,50	8,80
	»	2,50	7,50
	Quartz »	0,69	1,18
Alluvions aurifères.	Graviers stériles de l'exploitation..	5	15,00
	Sable »	5	15,00
	Sables noirs du lavage..........	10	traces
	Conglomérats.................	10	traces avec platine
	Quartz très coloré.............	15	20,00

» Trois directions de plissements et de fractures se manifestent dans la région : 1° N. 18° E., parallèle aux Alpes principales en relation avec les amphibolites; 2° N. 72° O., parallèle aux Pyrénées, en relation avec les ophites; 3° N. 59° E., caractérisant les accidents du terrain tertiaire de l'Andalousie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'émission d'acide carbonique et l'absorption d'oxygène des feuilles maintenues à l'obscurité.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **L. Maquenne**, présentée par M. Schlœsing.

« Les feuilles soustraites à l'action de la lumière respirent en absorbant de l'oxygène et en émettant de l'acide carbonique. MM. Bonnier et Mangin ont cherché récemment l'influence qu'exercent, sur le rapport de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé, les conditions de l'expérience, et quelques-uns de leurs résultats étant en désaccord avec ceux qu'avaient obtenus MM. Dehérain et Moissan [1], dans un travail publié il y a déjà plusieurs années, nous avons repris cette question.

» Nous nous sommes attachés à trouver une méthode qui nous permît de recueillir la totalité des gaz modifiés par la respiration. On se rappelle, en effet, que, pour avoir négligé l'atmosphère des feuilles, Th. de Saussure avait cru que l'oxygène dégagé par les feuilles insolées était accompagné d'azote, et que, pour éliminer cette cause d'erreur, M. Boussingault a dû soumettre les feuilles à une ébullition prolongée.

» L'appareil que nous avons employé se réduit à un tube de $0^m,02$ de

---

[1] *Annales des Sciences naturelles; Botanique*, 5e série, t. XIX, p. 321 (1874).

diamètre sur $0^{m},07$ de longueur; l'une de ses extrémités, étirée à la lampe, est soudée à un robinet de verre; sur l'autre, qui a été rodée, s'applique une petite plaque de verre usée à l'émeri; à l'aide du mastic Golaz, cette fermeture tient le vide.

» Après avoir introduit dans le tube de 2^{gr} à 3^{gr} de feuilles, nous fermons avec la plaque de verre, nous relions l'appareil à la trompe à mercure et nous extrayons par le vide les gaz que renferme le tube; on les mesure à $0^{cc},05$ près; en ouvrant les robinets, nous faisons rentrer dans l'appareil un volume d'air pur précisément égal à celui des gaz que nous venons d'extraire; il est facile de s'en assurer en faisant le vide une seconde fois.

» L'appareil ainsi disposé est placé dans un bain d'eau maintenu à une température constante; après deux ou trois heures pour les températures élevées, cinq, six ou davantage pour les basses, nous faisons le vide de nouveau, le gaz recueilli sur le mercure est mesuré et analysé; l'acide carbonique est absorbé dans l'éprouvette à potasse, l'oxygène dosé sur l'eau par l'acide pyrogallique et la potasse ou mieux sur le mercure par le protochlorure de cuivre ammoniacal; les gaz étant ramenés par le calcul à la température initiale, nous avons toujours trouvé dans l'atmosphère finale un volume d'azote égal à celui que renfermait l'air mesuré au début.

» En comparant les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$, obtenues par cette méthode, à celles qu'ont données MM. Bonnier et Mangin, nous avons reconnu que, dans nos expériences, ce rapport est notablement plus élevé que dans les leurs; c'est ainsi que le fusain nous donne habituellement un rapport plus grand que l'unité, variant de 0,96 (février) à 1,20 (avril), tandis que ces messieurs le trouvent seulement égal et souvent inférieur à 1.

» En réfléchissant à quelles causes il fallait attribuer ce désaccord, nous avons pensé que MM. Bonnier et Mangin devaient laisser dans les feuilles en expérience une partie de l'acide carbonique formé par la respiration; pour nous assurer de l'exactitude de cette hypothèse, nous avons imaginé l'artifice suivant.

» Au lieu de recueillir en une seule fois les gaz contenus dans notre appareil, nous faisons deux prises successives; le robinet de verre étant fermé, nous faisons le vide dans la trompe, puis nous tournons le robinet et nous le refermons aussitôt; une partie du gaz s'échappe et est recueillie dans une première éprouvette. Immédiatement après, on ouvre de nouveau le robinet et l'on recueille la seconde portion du gaz en faisant le vide complètement.

» Le premier échantillon recueilli ne renferme que les gaz formant l'atmosphère extérieure aux feuilles, tandis que le second contient les gaz confinés ou dissous que le vide peut seul extraire de la feuille; en calculant le rapport $\frac{CO^2}{O}$ pour ces divers gaz, on a obtenu les chiffres suivants, qui se rapportent aux feuilles du fusain (*Évonymus japonica*) :

A la température de 35°	1re prise.....	1,12	1,06	1,05	
	2e prise......	1,41	1,42	1,40	
A la température de 0°	1re prise.....	0,66	0,69	0,64	0,67
	2e prise.....	2,07	1,74	1,86	1,40

» Les différences particulièrement sensibles à basse température, à cause de la plus grande solubilité de l'acide carbonique dans l'eau froide, justifient l'hypothèse que nous avons formulée plus haut.

» Nous indiquerons dans une Note prochaine les conclusions auxquelles nous ont conduits nos nombreuses observations; nous nous bornerons pour aujourd'hui à insister sur ce point : pour le fusain, seule plante sur laquelle nous ayons de nombreuses observations, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est souvent supérieur à l'unité; l'acide carbonique émis surpasse l'oxygène absorbé, ce qui démontre que les phénomènes respiratoires des feuilles ne consistent pas seulement en une transformation de l'oxygène absorbé en acide carbonique, mais encore en une production d'acide carbonique provenant des combustions internes semblables à celles qui prennent naissance dans les fermentations. »

M. **Th. Schlœsing** présente les observations suivantes :

« La présentation du travail de MM. Dehérain et Maquenne me fournit l'occasion de rappeler un fait qu'il importe de ne pas perdre de vue, dans l'étude des rapports des plantes avec l'atmosphère. Voici ce fait : dans une plante entière, la proportion d'hydrogène dépasse celle qui serait nécessaire pour former de l'eau avec l'oxygène. C'est ce qu'ont démontré les analyses élémentaires de diverses sortes de plantes, que nous devons à M. Boussingault. L'analyse du tabac entier m'a donné le même résultat : j'ai trouvé 5,82 pour 100 d'hydrogène contre 36,85 pour 100 d'oxygène correspondant à 4,606 d'hydrogène. Comment expliquer ce fait?

» Si je considère les rapports des parties vertes des plantes avec l'atmosphère pendant le jour, les belles et nombreuses expériences de M. Boussin-

gault m'apprennent que le résultat apparent du travail simultané de la respiration et de la fonction chlorophyllienne est une décomposition de l'acide carbonique en carbone fixé et oxygène rejeté. En effet, dans les expériences de M. Boussingault, le rapport $\frac{\text{volume CO}^2\text{ disparu}}{\text{volume O apparu}}$ est toujours très voisin de l'unité. Mais ce n'est là qu'une expression brute des phénomènes; on admet que l'eau intervient dans la réaction et s'unit au carbone pour former l'un de ces corps nommés, en raison de leur composition élémentaire, *hydrates de carbone*. Que l'oxygène dégagé provienne en totalité de l'acide carbonique, ou partie de ce gaz, partie de l'eau, peu importe pour le moment; l'équation brute représentant la fixation du carbone et de l'hydrogène est dans les deux cas $m\text{CO}^2 + n\text{HO} = \text{C}^m\text{O}^n\text{H}^n + \text{O}^{2m}$, c'est-à-dire que l'hydrogène entre dans la plante avec son équivalent d'oxygène.

» Si je considère ensuite les rapports avec l'atmosphère des parties non vertes, pendant le jour, ou de toutes les parties, vertes ou non, pendant l'obscurité, je me trouve en présence des phénomènes de la respiration; la plante fixe de l'oxygène emprunté à l'air et dégage de l'acide carbonique dont le carbone est fourni par elle. Là encore, intervient le rapport $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}}$ entre les volumes d'acide carbonique dégagé et d'oxygène absorbé.

» Si ce rapport est au plus égal à l'unité et moindre le plus souvent, ainsi que le montrent les expériences de MM. Bonnier et Mangin, expériences très bien conçues et exécutées, et dont les résultats inspirent toute confiance, je ne comprends pas comment, dans la plante entière, véritable intégrale de tous les gains ou pertes provenant de la nutrition ou de la dénutrition, l'hydrogène l'emporte, en équivalents, sur l'oxygène. En effet, quand la respiration et la fonction chlorophyllienne travaillent ensemble, l'hydrogène est fixé avec son équivalent d'oxygène; et, quand la respiration seule fonctionne, il n'y aurait pas de perte d'oxygène : la plante, au contraire, en gagnerait le plus souvent.

» Ne semble-t-il pas que la manière la plus simple d'expliquer l'excès d'hydrogène dans la plante entière soit d'admettre qu'au cours des réactions internes entre les corps assimilés il se produit quelque corps volatil, plus riche en oxygène qu'en hydrogène, que la plante élimine. Il est raisonnable de penser que ce corps est simplement de l'acide carbonique. Aussi, sans contester l'exactitude des résultats obtenus par les divers expérimentateurs, et attribuant les différences observées à la diversité des conditions expérimentales, je suis porté à croire que, lorsqu'on saura

expérimenter, d'une façon continue, sur une plante entière, dans des conditions normales de végétation, on trouvera que l'acide carbonique total exhalé l'emporte, en volume, sur l'oxygène gazeux emprunté à l'air et fixé.

» Je ne voudrais pas que les réflexions qui précèdent fussent considérées comme une critique de certains résultats d'expériences ni comme un appui prêté à d'autres résultats contraires. Mon seul but est de signaler une difficulté que je voudrais voir tranchée. »

BOTANIQUE. — *Sur un nouvel arbre à gutta-percha.* Note de M. E. **Heckel**, présentée par M. A. Chatin.

« M. Joseph Hooker, Directeur du jardin royal de Kew, disait dans son *Kew Report* (1881, p. 38) que la production de la gutta-percha se trouvait menacée par la disparition imminente des *Isonandra gutta* Hooker. Depuis cette époque, la situation s'est aggravée encore par l'incapacité et l'imprévoyance incurables des natifs qui se livrent à l'exploitation de ce précieux végétal, si bien qu'aujourd'hui les colons tropicaux, sollicités par un grand danger industriel, s'étant préoccupés de créer des cultures d'*Isonandra*, n'ont pu trouver la somme de graines nécessaires à l'établissement de ces plantations nouvelles.

» Dans ces conditions, vu l'impossibilité de livrer, dans le présent, à l'industrie un produit qui lui fait défaut depuis longtemps et qui est devenu d'une nécessité absolue; en raison du doute qui plane sur la possibilité de cultiver l'*Isonandra* ([1]), enfin à cause de l'infériorité de tous les autres produits similaires déjà connus fournis par des Sapotées asiatiques ou américaines (*Mimusopiselata, Lucuma gigantea, L. fissilis, L. laxocarpa, L. laurifolia, L. procera, Chrysophyllum ramiflorum, Mimusops balata*), il m'a paru qu'il était utile de rechercher, dans la même famille connue pour la richesse de ses latifères, il ne se trouverait pas, parmi ses nombreux et ubiquistes représentants, une espèce répandue avec une abondance et une condensation suffisantes pour en permettre l'exploitation, et capable de fournir un produit rapproché de la gutta-percha.

» J'ai trouvé ce végétal dans *Butyrospermum Parkii* Kotschy, qui, répandu sur toute la zone équatoriale africaine, y occupe l'espace compris, en latitude, entre le haut Sénégal et le Nil et se trouve aggloméré en véri-

---

([1]) Et en tout cas de mettre en exploitation à brève échéance ces cultures, le végétal ayant une croissance très lente.

tables forêts exploitables sur l'immense parcours du Niger et dans la région du Nil (*Niams-niams, Bongos, Diours*, etc.). Cet arbre, objet de l'affection superstitieuse des indigènes, sous le nom de *Karite* ou de *Karé*, est connu surtout dans les terrains argilo-siliceux, ferrugineux et rocailleux du pays des Bambarras, du Bouré, du Fouta-Djalon, etc., où les Africains l'exploitent pour ses graines qui donnent un corps gras peu apprécié des palais européens, mais recherché par les nègres sous la dénomination de *Beurre de Galam* ou mieux de *Karite*. Il croît avec une certaine rapidité dans les terrains qui lui sont favorables; il pourrait être exploité dès l'âge de quatre ans avec grand avantage. Sa tige et ses rameaux forts sont pourvus de quatre ou cinq zones circulaires de vaisseaux laticifères disséminés dans un parenchyme cortical sous-tubéreux. Ces vaisseaux y sont protégés par des formations secondaires en îlots circulaires composés de bois rayonnant et de liber. Ces productions ligneuses seules pourraient porter quelque obstacle à l'atteinte des laticifères par l'instrument vulnérant. Mais il serait aisé de les sectionner pour arriver à la zone du latex [1], car leur développement n'est jamais très considérable.

» Le latex qui s'écoule de ces tiges et rameaux par incision, après avoir été solidifié par évaporation de l'eau, a toutes les apparences et les propriétés de la *gutta-percha*. Je ferai connaître, dans une Communication ultérieure, les propriétés physiques et la composition chimique de ce produit, comparée à celle du latex d'*Isonandra*. En attendant, sur cette simple observation, j'ai cru devoir répandre le végétal dans toutes nos colonies tropicales en adressant des graines en bon état aux divers jardins botaniques de la Réunion, Saïgon, la Martinique, etc., même Maurice, et j'ai lieu d'espérer que l'Angleterre, à qui j'ai offert des graines, voudra bien imiter cette tentative d'introduction dans ses vastes possessions tropicales.

» Il appartient aux botanistes et aux chimistes anglais de nous faire connaître ou de nous mettre en état de connaître si les divers *Bassia indiens* qui donnent l'*Illipé* fournissent, comme on est conduit à le supposer par analogie, des produits de laticifères comparables à ceux du *Bassia Parkii*. La solution de ce problème présente en ce moment une opportunité qui n'échappera pas aux savants de cette nation si industrielle. »

---

[1] On trouve encore quelques vaisseaux laticifères, mais alors plus développés, dans la moelle.

GÉOLOGIE. — *Nouvelle contribution à la question de l'origine de l'acide borique; eaux de Montecatini (Italie).* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Depuis plusieurs années, j'ai étudié, en Italie, la question des serpentines et des terrains ophiolitiques : je ferai connaître prochainement les résultats de ces recherches; mais, à côté des terrains serpentineux eux-mêmes, il y a, en Italie comme dans les Pyrénées, un ensemble de questions très importantes, dont la solution est d'un haut intérêt pour la Science. Telle est l'origine des substances salines, qui souvent, en Italie, comme dans les Pyrénées, accompagnent les terrains ophiolitiques. Dans un Mémoire qui vient de paraître, et dont j'ai l'honneur d'offrir un exemplaire à l'Académie ([1]), j'établis que les substances salines (gypse, sel gemme etc.) ne sont plus liées, comme origine, avec les terrains ophitiques si développés dans cette grande chaîne. — Bien que mes études en Italie ne soient pas achevées, la partie qui se rapporte aux substances salines est parfaitement claire et arrêtée pour moi : ces substances salines, en Italie comme en France, sont des produits d'évaporation d'eaux marines. Je n'entends pas par là qu'en certains points il ne puisse s'être formé ou même ne se forme encore aujourd'hui des gypses aux dépens des calcaires préexistants par l'oxydation de l'hydrogène sulfuré ; mais ces sortes de gypses sont d'abord en quantités toujours très minimes, ensuite, et c'est là le fait capital, ils ne sont jamais accompagnés de tout ce cortège de substances aussi spéciales que complexes qui, existant dans les eaux des mers, se déposent toujours avec les substances salines d'origine marine.

» L'un des gisements qui sera pris pour type dans une étude des terrains ophiolitiques et serpentineux de l'Italie est celui de Montecatini, entre Florence et Pistoja. Il offre pour moi un triple intérêt : il est considéré comme d'âge tertiaire par les géologues italiens ; il renferme un des plus célèbres et des plus riches gisements de cuivre de l'Europe ; il possède des eaux salines très minéralisées. C'est ce dernier côté de la question qui m'occupera aujourd'hui.

Lithine. — Dans mon étude générale sur la présence de la lithine dans toutes les roches de la formation primordiale et son existence dans les

---

([1]) *Étude sur les roches ophitiques de Pyrénées* (*Annales des Sciences géologiques*, t. XVI, 1884).

eaux des anciennes mers et des mers modernes (*Annales de Chimie et de Physique*, 5[e] série, t. XVII), j'ai montré que la lithine se concentrait dans les eaux des mers à mesure qu'elles s'évaporaient, et que les dernières eaux mères étaient extrêmement riches en lithine. J'ai fait voir, d'un autre côté, que les eaux minérales salines étudiées au point de vue purement géologique étaient toujours en relation, très souvent immédiate, avec les deux grands horizons salifères du trias et de la formation tertiaire, qu'il était dès lors infiniment probable que toutes les eaux salines se minéralisaient dans ces deux horizons. Dans une récente et très importante étude chimique sur les eaux d'Uriage, M. Peligot, à propos de l'origine de ces eaux célèbres, a rappelé nos recherches à ce sujet et fait remarquer, ce dont je le remercie vivement, qu'elles expliquaient la formation des eaux minérales salines d'une façon plus satisfaisante que les anciennes théories. Si les eaux minérales salines ont vraiment l'origine que je leur assigne, toutes doivent renfermer de la lithine. L'eau de Montecatini très minéralisée, puisque l'une des sources laisse un résidu fixe de $22^{gr},50$ par litre, devrait, en se reportant à ce qui précède, être très riche en lithine. Cependant on n'a signalé cette substance que dans une seule des nombreuses sources de Montecatini, et encore à l'état de traces. Mais les savants chimistes qui ont analysé ces eaux n'ont pas porté leur attention sur la lithine; elle est, en effet, si abondante dans les eaux de Montécatini que, pour faire apparaître son spectre d'une façon nette et même presque brillante, une goutte, représentant au maximum $\frac{1}{50}$ de centimètre cube, est plus que suffisante. Les eaux de Montecatini sont au premier rang des sources les plus riches en lithine que je connaisse, et j'ai examiné à ce point de vue un grand nombre des eaux minérales salines de l'Europe occidentale.

» *Strontiane*. — J'ai montré (*Annales de Chimie et de Physique*, 5[e] série, t. XV) que la strontiane était diffusée dans les roches de la formation primordiale et dans les eaux des mers aussi complètement que la lithine : j'ai fait voir en outre qu'elle se séparait surtout avec le gypse. Ceci étant, si une eau contient du gypse en dissolution, et que ce gypse provienne de l'évaporation d'une eau de mer, ce gypse renfermera nécessairement de la strontiane. La strontiane ne figure dans aucune des analyses des eaux de Montecatini; mais il en est de la strontiane comme de la lithine, on ne l'a pas cherchée dans ces eaux : 1^{cc} d'eau est, en effet, plus que suffisant pour permettre de reconnaître avec certitude le spectre de la strontiane.

» *Acide borique.* — On sait, comme je l'ai montré (*Annales de Chimie et de Physique*, 1877) que l'acide borique existe dans les eaux de toutes les mers, et que, contrairement à toutes les prévisions chimiques, il se concentre dans les dernières eaux mères. Il était donc très important de rechercher l'acide borique dans les eaux de Montecatini où aucune analyse n'a signalé son existence. Cette question était d'autant plus importante qu'elle n'intéressait plus seulement la vérification d'une idée générale sur la formation des eaux minérales salines, mais qu'elle pouvait apporter des documents nouveaux sur l'origine même de l'acide borique en Italie.

» L'acide borique s'est montré relativement si abondant dans les eaux de Montecatini qu'on peut parfaitement le reconnaître en partant de 5^{cc} d'eau : avec la méthode de la flamme de l'hydrogène, ce n'est pas même là la limite inférieure.

» La lithine, la strontiane et l'acide borique venant s'ajouter en proportion notable aux substances déjà signalées par les chimistes italiens dans les eaux de Montecatini, ces eaux renferment toutes les substances minérales, même les plus rares et les plus spéciales, que l'eau de mer tient en dissolution, substances, il faut bien le remarquer, qui, comme nombre et association, ne peuvent se rencontrer que dans les résidus de l'évaporation des eaux de mer. Il est dès lors infiniment probable que les eaux de Montecatini se minéralisent dans des terrains ayant appartenu à d'anciennes lagunes.

» Si l'on considère maintenant que les sources de Montecatini sont très nombreuses, qu'elles sortent sur plus de 1^{kmq}, que la quantité d'eau qu'elles apportent est très considérable, enfin que cette masse d'eau se renouvelle sans une seconde d'arrêt depuis des milliers de siècles, on voit que la quantité d'acide borique sortie de la région de Montecatini est énorme. Il est dès lors facile de comprendre, en s'appuyant sur les résultats que j'apporte aujourd'hui et le calcul dont je viens d'indiquer les éléments, que, s'il existait aujourd'hui à Montecatini des manifestations volcaniques comme aux environs de Pomerance, les vapeurs qui sortiraient amèneraient de l'acide borique, et on aurait alors, à Montecatini, la reproduction des lagoni à acide borique de la Toscane occidentale. Dans tous les cas, les faits que je fais connaître aujourd'hui pour Montecatini s'ajoutent à ceux que j'ai déjà fait connaître pour étendre et fortifier cette conclusion de mes premiers travaux sur cet important sujet, à savoir, que l'acide borique n'est pas nécessairement toujours un produit volcanique, qu'il est

même, pour une portion qui reste à déterminer, mais qui ne peut être que considérable, un produit exclusivement aqueux, provenant de l'évaporation d'eaux de mers anciennes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un dispositif permettant de suivre par la vue les phénomènes que présentent des animaux soumis à une pression de* 600^{atm}. Note de M. **P. Regnard**, présentée par M. Cailletet.

« Dans une Note que nous avons présentée l'année dernière à l'Académie, nous annoncions que nous avions pu, grâce aux appareils de M. Cailletet, soumettre des animaux aquatiques aux énormes pressions que subissent les fonds de l'Océan et voir, par conséquent, dans quelles conditions se trouveraient les êtres qui habitent la surface de la mer s'ils étaient subitement entraînés vers les profondeurs. Ce travail est en cours d'exécution ; il jette quelque jour sur bien des faits constatés par les observateurs du *Talisman* et du *Travailleur ;* nous en soumettrons prochainement les conclusions à l'Académie.

» Nous voudrions simplement appeler aujourd'hui son attention sur un dispositif commode qui nous permet, malgré l'énorme pression dont nous nous servons, de voir ce qui se passe dans notre appareil.

» Jusqu'à présent, en effet, nous nous étions contenté de placer nos animaux en expérience dans le bloc de fer de la pompe Cailletet; nous les soumettions à une pression correspondant à un fond donné, puis nous les décomprimions tantôt très lentement (plusieurs jours) tantôt brusquement et même d'un seul coup. Nous constations alors physiologiquement et microscopiquement les lésions produites.

» Mais tous les états intermédiaires entre l'entrée et la sortie des animaux nous échappaient; aujourd'hui nous pouvons les suivre minute par minute.

» Nous avons, en effet, percé deux trous de part en part à travers la partie inférieure du bloc Cailletet M.

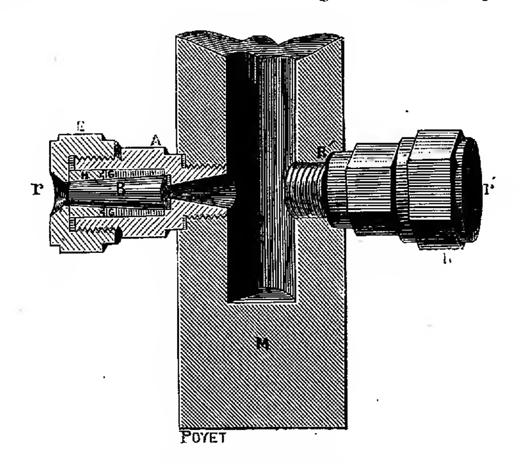
» Dans ces deux trous, placés en ligne droite, nous avons inséré deux garnitures en acier *r* et *r'*, dont l'une est représentée en coupe et l'autre en exécution.

» Ces garnitures sont creuses et, dans chacune d'elles, se trouve solidement mastiqué un cône de quartz B, dont l'extrémité vient buter sur les bords du trou dont est percé l'écrou E. Un rayon de lumière lancé par l'orifice *r* vient donc traverser l'appareil et sortir en *r'*.

» D'autre part, l'expérience nous a prouvé qu'un semblable appareil résiste fort bien à 650^{atm}, pression qui représente celle des plus grands fonds que l'on ait dragués (6500^{m} environ).

» Nous envoyons à travers l'un des quartz des rayons concentrés venus d'une lampe électrique. Ces rayons traversent le bloc plein d'eau et sortent du côté opposé où ils sont recueillis par un objectif achromatique qui les projette sur un écran. C'est donc loin de l'appareil que l'on peut opérer, en se mettant à l'abri de tout danger.

» Cette disposition a encore un avantage. L'orifice percé en *r* n'a guère



qu'un demi-centimètre de diamètre ; nous devons donc agir sur des êtres très petits que nous apercevrions difficilement à l'œil nu dans la cuve à glace parallèle que nous maintenons immergée dans le bloc M.

» Par suite de leur projection au moyen d'une lentille, ils nous apparaissent grossis environ deux cents fois, et il nous est même possible de voir par transparence l'état de leurs organes.

» Nous devons ajouter que nous avons été aidé dans la conception et la construction de cet instrument par les conseils de M. Ducretet [1]. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un nouvel appareil dit* héma-spectroscope. Note de M. **M. de Thierry**, présentée par M. Vulpian.

« Cet appareil, qui est destiné à la recherche de quantités infinitésimales de sang dans un liquide quelconque : eau, urines, humeurs, et à

(1) Travail du Laboratoire de Physiologie expérimentale de la Faculté des Sciences de Paris.

déceler sa présence dans les taches sur le linge, les étoffes, le bois, les métaux, etc., repose sur les principales propriétés optiques de l'oxyhémoglobine et de l'hémoglobine réduite qui donnent, l'une deux bandes d'absorption situées entre les raies D et E du spectre, et l'autre une bande unique connue sous le nom de *bande de Stockes*, située entre les deux précédentes.

» L'héma-spectroscope se compose d'un tube de laiton dans lequel glisse à frottement doux un autre tube de même métal et de plus petit diamètre; ce dernier tube est terminé par un appareil spectral d'un modèle nouveau, muni d'un prisme à grand pouvoir dispersif, et d'un diaphragme à fente dont les lèvres sont mobiles symétriquement, de manière à faire varier la largeur de la fente de part et d'autre de la ligne médiane. Dans l'intérieur de l'appareil, on peut mettre à volonté trois tubes en cristal fermés à leurs deux extrémités par deux petits disques également en cristal à faces parallèles et fixés à l'aide d'un collier mobile. Ces tubes, qui mesurent respectivement $0^m,10$, $0^m,30$, $0^m,50$ de longueur, et qui ont une section de 1^{cmq}, servent à mettre le liquide sur lequel portent les recherches, et, suivant sa richesse en matière colorante, on prend tel ou tel de ces tubes.

» L'héma-spectroscope s'adapte soit sur un pied articulé, portant un miroir concave destiné à envoyer un faisceau de lumière dans le tube par l'une des extrémités, soit plus simplement sur un microscope ordinaire.

» Pour faire une recherche, on dispose le miroir concave du microscope ou du support, de manière à éclairer vivement le tube, et on règle l'ouverture de la fente et la mise au point de façon qu'en regardant dans l'oculaire on aperçoive le spectre très nettement, avec ses différentes couleurs bien tranchées. (Si l'on opère avec la lumière solaire, on doit voir distinctement les raies de Frauenhofer.)

» La mise au point terminée, on prend soit l'urine, soit le liquide dans lequel on a fait macérer préalablement les linges, papiers, etc., que l'on présume tachés de sang, et on l'introduit dans un des tubes. Si le liquide est incolore ou que la coloration soit très faible, on prend le tube de $0^m,50$; s'il est fortement coloré, on l'étend d'eau, jusqu'à ce que, vu sous une épaisseur assez grande, il présente une coloration rose clair, et on le met dans le tube de $0^m,10$ ou de $0^m,30$. Si la solution était trop colorée, comme on l'observe sous une très grande épaisseur, elle absorberait complètement la lumière, et, par conséquent, les deux bandes caractéristiques ne seraient pas visibles.

» Grâce à l'épaisse couche de liquide traversée par la lumière, les bandes d'absorption apparaissent même avec une solution ne renfermant que $\frac{1}{1000000}$ d'hémoglobine. Une goutte de sang de la grosseur d'un grain de blé, sur un linge exposé trois mois à l'air libre, a présenté, après macération dans une quantité de liquide nécessaire pour remplir le tube de $0^m,50$, c'est-à-dire 50^{cc}, les bandes d'absorption très nettes de l'hémoglobine. Le procédé est d'une telle sensibilité, que j'ai retrouvé les bandes d'absorption encore parfaitement visibles dans un liquide qui, dans les circonstances ordinaires, ne présentait aucune coloration et qui ne contenait que 1^{cc} de sang dans 30^{lit} d'eau.

» Avec l'urine, les résultats sont presque aussi satisfaisants, mais il est bien évident que cette sécrétion, colorée par elle-même, empêche de pousser aussi loin les investigations. On retrouve néanmoins du sang dans les urines qui, même après un examen attentif, n'offrent aucun des caractères d'une urine sanguinolente.

» Les tubes étant, comme nous l'avons déjà dit, entièrement en cristal, on peut faire subir aux liquides les actions chimiques qui permettent de réduire l'oxyhémoglobine et de vérifier sa présence par l'apparition de la bande noire caractéristique.

» Il va sans dire que cet appareil peut être utilisé à tous les cas où il y a lieu d'appliquer le procédé de la spectroscopie par absorption, comme dans la détermination de la présence de la chlorophylle. Je l'ai appliqué en outre à la recherche de très petites quantités de seigle ergoté dans la farine de froment, au moyen du spectre d'absorption particulier que présente la matière colorante de l'ergot de seigle.

» Construit avec le plus grand soin, peu embarrassant, facilement transportable, permettant d'observer une petite quantité de liquide sous une très grande épaisseur, l'héma-spectroscope est appelé, je crois, à rendre de véritables services aux naturalistes, aux chimistes biologistes et enfin surtout à la médecine légale. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les urines pathologiques.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« 1. M. Bouchard et M. Pouchet ont annoncé l'existence d'alcaloïdes dans l'urine normale. L'étude que j'ai entreprise sur ce sujet m'a conduit à des résultats différents et m'a montré que ces alcaloïdes n'existent que dans les urines pathologiques.

» J'ai fait trois séries d'expériences, la première sur moi-même, la seconde sur un certain nombre de personnes en bonne santé, la troisième sur des personnes atteintes de maladies diverses, et j'ai cherché à constater dans les urines provenant de sources fort diverses la présence ou l'absence de ces alcaloïdes, en opérant chaque fois sur 1^{lit} à 2^{lit} d'urine. Après avoir évaporé à sec ces urines acidifiées, d'abord à chaud, puis dans le vide, j'ai repris le résidu par l'alcool absolu, j'ai évaporé dans le vide la solution alcoolique filtrée, puis j'ai repris ce second résidu par une goutte d'eau. Je me suis restreint à manifester dans cette solution la présence des alcaloïdes et à y caractériser leur nature alcaline en les déplaçant par les carbonates alcalins en présence de l'éther, en les enlevant ensuite à leur dissolution éthérée par l'agitation avec une goutte d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, et en répétant dans chaque cas ces deux opérations alternatives. Ainsi isolés, à l'état de chlorhydrate, ils produisent les réactions générales des alcaloïdes; mais vu la faible proportion dans laquelle on les trouve dans les urines, je n'ai pas cherché à les différencier entre eux.

» 2. J'ai constaté que l'urine provenant de moi-même, et émise pendant un parfait état de santé, ne contenait aucune trace d'alcaloïdes. J'ai recommencé cette expérience cinq fois, et j'ai obtenu cinq fois un résultat absolument négatif. D'autre part, j'ai répété le même essai à deux moments où j'étais légèrement indisposé, la première fois par une légère bronchite, la seconde fois par un malaise mal défini, accompagné de fièvre. Ici les résultats ont été différents et j'ai pu constater fort nettement la présence d'alcaloïdes dans l'urine.

» 3. Les résultats obtenus avec les urines de neuf personnes qui m'ont dit n'éprouver aucune sorte d'indisposition ont été dans sept cas absolument négatifs; dans deux autres, j'ai constaté la présence d'alcaloïdes.

» 4. On peut conclure de ces deux séries d'expériences que les urines normales, émises en bonne santé, ne contiennent pas d'alcaloïdes, mais que ces derniers peuvent apparaître dans des indispositions même légères, et aussi probablement dans le cas de lésions plus ou moins anciennes et persistantes, qui passent inaperçues par suite de l'habitude, et dont une recherche de ce genre permettra peut-être un jour de faire le diagnostic.

» La présence des alcaloïdes dans quelques-uns des cas précédents montre que l'on doit généralement en constater la présence, si on les recherche dans une grande quantité d'urine, émise pendant une longue période par le même individu, et dans des urines mélangées; même dans le

cas où ces urines paraissent devoir être normales. M. Pouchet a, dans ses recherches, opéré sur de grandes quantités d'urines. C'est là évidemment la cause de la différence de ses résultats avec les miens.

» 5. J'ai constaté la présence constante d'alcaloïdes dans les urines de personnes atteintes de maladies diverses : rougeole, diphtérie, pneumonie, phtisie, abcès à la tête (¹); ces personnes n'avaient pris aucun médicament renfermant un alcaloïde. M. Bouchard en a trouvé aussi dans l'urine des typhoïques.

» 6. Il résulte de ces recherches que l'urine normale ne contient pas de matière alcaloïdique, et que, dans le cours d'un grand nombre de maladies, même fort légères, des alcaloïdes dont les proportions et les propriétés toxiques sont probablement fort variables, se forment dans certains organes, passent dans le courant de la circulation et sont éliminés par les reins. Entre cette formation et cette élimination, une lutte doit s'établir; si l'élimination est moins rapide que la formation, il doit survenir une véritable intoxication. Peut-être un grand nombre de cas mortels doivent-ils être attribués à des lésions des reins, produites soit par une cause étrangère, soit par l'action même du poison sur ces organes, lésions diminuant leur action éliminatrice. L'ingestion de doses d'eau massives dans l'organisme pourrait peut-être, dans un grand nombre de cas, faciliter l'élimination des matières alcaloïdiques. C'est là probablement le mode d'action le plus réel de la plupart des tisanes administrées dans les diverses maladies (²). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la mesure de l'intensité des sensations, en particulier des sensations colorées.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Il est un fait admis par tout le monde, c'est que la force des sensations n'est pas proportionnelle à l'intensité des excitations qui leur donnent naissance. Sans faire aucune hypothèse sur la nature de la relation qui existe entre les unes et les autres, on peut déterminer cette relation, en ce qui concerne au moins les sensations visuelles, par une voie purement

---

(¹) Dans un cas de tétanos je n'ai pas trouvé d'alcaloïde.

(²) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Toxicologie de M. Bouis, à l'École de Pharmacie.

expérimentale. La méthode est du reste applicable aux autres ordres de sensation.

» Présentons à l'œil un champ lumineux d'intensité juste suffisante pour qu'il soit perçu. Ce sera la première perception possible, on pourra en faire l'unité de perception et considérer comme unité d'excitation l'intensité lumineuse qui lui aura donné naissance. Une seconde sensation ne sera possible que si l'on augmente cette intensité objective d'*une quantité finie*, laquelle quantité pourra s'évaluer d'après la méthode indiquée dans ma Note du 14 juillet 1884 sur la perception différentielle successive. Cette quantité caractérisera le second degré de la sensation, laquelle, pour passer à un troisième degré, réclamera une nouvelle augmentation de lumière également finie et facile à évaluer; ainsi de suite.

» Il est possible de parcourir et de déterminer rigoureusement, par cette méthode, les degrés successifs et de plus en plus élevés de la sensation, laquelle sera évidemment d'autant plus forte, qu'un plus grand nombre de degrés auront été parcourus. En dressant ensuite une courbe dont l'abscisse indiquerait les degrés successifs de la sensation et l'ordonnée les intensités lumineuses correspondantes, ou inversement, on aurait une représentation fidèle, soit des quantités de lumière nécessaires pour provoquer des sensations d'intensité déterminée, soit de l'intensité de la sensation correspondant à telle ou telle excitation lumineuse.

» Une telle courbe dressée comparativement pour chacune des différentes couleurs permettrait la détermination des intensités relatives des diverses sensations colorées correspondant à chaque intensité de la lumière excitatrice.

» Il est évident que cette détermination expérimentale de tous les degrés successifs de la sensation serait longue, pénible et délicate; cependant elle est possible. Mais il est plus simple de la déduire des résultats que j'ai déjà obtenus dans la détermination de la perception des différences de clarté simultanées suivant les couleurs (Note du 17 décembre 1883). J'ai montré que cette perception était la même que la perception des différences successives (dans la vision directe); ce qui est vrai de la première peut donc s'appliquer identiquement à la seconde.

» Or, les résultats que j'ai obtenus avec quatre couleurs principales et résumés dans la Note en question me permettent de déterminer pour une intensité quelconque de la lumière excitatrice (le minimum perceptible étant pris pour unité) quelle nouvelle quantité de lumière il faut ajouter

pour produire un nouveau degré de sensation; c'est dire qu'on peut déterminer, comme je l'indiquais plus haut, les degrés successifs de la sensation.

» J'ai donc pu dresser, pour les quatre couleurs essayées, les courbes dont j'ai parlé, et ces courbes montrent nettement la marche de chaque espèce de sensation pour des excitations graduellement croissantes.

» A partir du minimum perceptible, qui est l'unité de sensation et qui procure une sensation égale pour toutes les couleurs, la courbe de la sensation s'élève d'abord rapidement, puis de moins en moins vite jusqu'à une certaine limite que mon appareil ne m'a pas permis de dépasser; la sensation croît donc moins vite que l'excitation, et de moins en moins rapidement.

» De plus, les sensations des diverses couleurs, d'abord confondues au minimum perceptible, croissent très inégalement pour des augmentations identiques de l'excitation, de telle sorte que la courbe de la sensation devient d'autant plus élevée que la couleur correspondante est moins réfrangible. En d'autres termes, pour des excitations égales, le rouge paraît plus intense que le jaune, celui-ci plus que le vert, et le vert plus que le bleu; le blanc est intermédiaire au vert et au jaune.

» En outre, la différence d'intensité apparente entre deux couleurs quelconques est d'autant plus forte que l'intensité objective de la lumière excitatrice devient plus considérable.

» Cela explique ce fait bien connu (phénomène de Purkinje) que, deux lumières colorées paraissant égales pour une certaine intensité relative, la moins réfrangible paraîtra plus forte si l'on augmente également leur intensité respective, tandis qu'elle paraîtra plus faible si l'on diminue, dans des proportions égales, l'intensité primitive des deux lumières.

» Par exemple, appelons J l'intensité absolue de la lumière jaune qui correspond au minimum perceptible, B l'intensité absolue du minimum perceptible de lumière bleue; il faudra, en se rapportant à notre courbe, une quantité de bleu égale à 100B pour produire une sensation de même intensité qu'avec une lumière jaune égale à 27J.

» Pour avoir une sensation moitié moins forte, il faudra réduire au cinquième environ l'intensité du bleu, et seulement au quart celle du jaune. Une réduction égale du bleu et du jaune rendrait le bleu en apparence plus intense.

» Au contraire, une quantité double de chacune des deux lumières pri-

mitives donnerait pour le jaune une sensation 1,41 fois plus forte et pour le bleu une sensation seulement 1,37 fois plus intense : l'avantage apparent serait ainsi au jaune.

» Les divergences seraient moindres, mais de même ordre, entre le vert et le bleu; elles seraient plus accusées entre le bleu et le rouge.

» Ainsi les anomalies, constatées depuis longtemps dans la comparaison de la clarté des diverses couleurs à différents degré d'intensité, reposent uniquement sur ce fait que j'ai démontré précédemment, que la fraction différentielle varie en même temps et dans le même sens que la réfrangibilité des couleurs, l'éclairage ayant, d'autre part, la même influence pour toutes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la formation et la germination des spores chez le* Cladothrix dichotoma. Note de M. A. **Billet**.

« Le 15 février 1885, j'ai observé la formation et la germination des spores chez le *Cladothrix dichotoma*, Bactériacée trouvée dans de l'eau où l'on avait mis à macérer des os humains.

» Les spores se forment à l'intérieur de filaments affectant la fausse ramification et qui ne diffèrent pas, au premier aspect, des filaments dits *végétatifs*.

» La constitution de ces filaments comprend :

» 1° Un tube dont la paroi devient de plus en plus nette et plus épaisse, à mesure que le filament vieillit;

» 2° Des éléments divers à enveloppe propre et contenus dans le tube précédent.

» Le diamètre du filament va en augmentant de la base ou extrémité fixée, où il n'est que de $0^{\mu},5$, à l'extrémité supérieure libre, où il peut atteindre jusqu'à 4^{μ} et même davantage.

» A la base, on ne trouve jamais que des éléments en forme de bâtonnets longs et courts. A mesure que l'on observe le filament en remontant vers l'extrémité supérieure, on voit que les éléments constitutifs augmentent de diamètre en même temps que le filament lui-même, et qu'ils changent de forme. C'est ainsi qu'il est facile de noter tous les passages entre le bâtonnet à forme plus ou moins rectangulaire, dont l'épaisseur au minimum est $0^{\mu},5$ et la *cellule sporifère* elliptique, où elle peut atteindre de $2^{\mu},5$ à $3^{\mu},5$.

» La transformation des bâtonnets en cellules sporifères et la formation des spores à l'intérieur de ces cellules se produisent de la manière suivante :

» 1° Le protoplasma du bâtonnet, jusqu'alors homogène dans toute l'étendue de la cellule, se contracte en un corpuscule arrondi, de réfringence plus grande, en tout comparable à un noyau cellulaire;

» 2° Ce noyau cellulaire s'allonge, se rétrécit vers son milieu, et affecte la forme en biscuit des noyaux en voie de division, tandis qu'une cloison transversale divise la cellule primitive en deux nouvelles cellules plus courtes, également rectangulaires, ayant chacune un noyau;

» 3° La cellule rectangulaire arrondit peu à peu ses angles, et devient une cellule sporifère elliptique dont le noyau n'est autre que la *spore*. Celle-ci a un diamètre de 1^{μ} à $1^{\mu},5$.

» Pour germer, les spores, ordinairement réunies en amas *zoogléiques*, poussent un bourgeon de diamètre inférieur à leur propre diamètre, qui s'allonge peu à peu et devient un nouveau filament. Dans ces masses zoogléiques, on peut voir des spores germant à différents stades de leur évolution : les unes présentent un bourgeon à peine saillant; d'autres donnent déjà un filament à deux ou trois bâtonnets; d'autres enfin, un filament avec bâtonnets et cellules sporifères.

» Le réactif qui m'a réussi le mieux pour déceler les détails des filaments et des cellules sporifères est l'acide sulfurique en solution étendue 1 partie d'acide pour 3 d'eau distillée). Ce réactif, bien mieux que l'acide acétique, dans ce cas particulier du moins, a l'avantage de faire paraître les noyaux, en éclaircissant le reste du protoplasma. Comme colorants, le bleu de méthylène en solution aqueuse étendue et l'hématoxyline m'ont rendu les meilleurs services. Les préparations sont montées au baume de Canada ou dans la glycérine saturée de teinture d'iode iodurée. Pour les préparations à l'hématoxyline, on les conserve dans la glycérine saturée d'hématoxyline; les préparations montées d'après ce dernier mode s'imprègnent de plus en plus de la matière colorante. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le* Bacterium ureæ. Note de M. **A. Billet**.

« Le 23 mars 1885, j'ai observé la coexistence des formes *micrococcus, diplococcus, streptococcus, bacterium, diplobacterium, streptobacterium*, *leptothrix* et *vibrio* chez la Bactériacée que l'on considère comme déterminant la fermentation ammoniacale de l'urine. Ces différentes formes peuvent se trouver associées dans un même filament, ce qui prouve bien qu'elles appartiennent à une espèce unique. Cette espèce, dont on n'avait jusqu'ici observé que la forme *micrococcus* (*Micrococcus ureæ* Cohn), doit s'appeler

dorénavant *Bacterium ureæ*. Le *Bacillus ureæ* de M. Miquel est probablement la forme *bacillus* de cette espèce.

» La forme *micrococcus* et en chaînette de *micrococci* ou *streptococcus* (*torula* des anciens auteurs) existe surtout dans l'urine ammoniacale. Je l'ai trouvée en grande quantité dans l'urine d'un individu atteint de cystite et prostatite chroniques, fortement ammoniacale et chargée de ces schizomycètes, au sortir même de la vessie.

» La forme en *leptothrix, bacterium, streptobacterium* et *vibrio* est surtout fréquente dans l'urine encore acide et laissée au contact de l'air.

» A mesure que l'acidité diminue, les éléments d'un même filament se segmentent davantage et se désagrègent en éléments de plus en plus petits jusqu'au terme ultime de cette segmentation, qui est le *micrococcus*.

» Ces différentes transformations, qui s'opèrent sur un seul et même filament, sont une preuve de plus en faveur de la théorie moderne des rapports génétiques entre les diverses formes que peut affecter la même Bactériacée, et en opposition à l'ancienne théorie, qui faisait de toutes ces formes différentes autant d'espèces et même de genres différents.

» Les préparations les plus instructives pour la démonstration de ce fait, chez le *B. ureæ*, ont été obtenues au moyen du violet de méthyle B., en solution aqueuse très étendue, et montées, soit dans le baume de Canada, soit dans la glycérine saturée de teinture d'iode iodurée.

» Des détails plus circonstanciés sur ces deux observations feront l'objet d'un travail ultérieur plus étendu. »

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Sur une nouvelle épidémie qui sévit sur les canards domestiques, observée dans les environs de Castres* (*Tarn*). Note de M. A. Caraven-Cachin, présentée par M. Bouley.

« Nous fûmes appelé dans les environs de Castres pour étudier la marche d'une épidémie qui sévissait sur les canards domestiques et qui entraînait la mort de ces oiseaux de basse-cour.

» A cet effet, nous pratiquâmes un grand nombre d'autopsies et nous reconnûmes que les canards étaient atteints d'une vive inflammation, résultat d'un empoisonnement qui avait son siège dans les voies digestives. Il s'agissait de déterminer la substance toxique ingérée par ces oiseaux.

» L'ouverture des jabots et l'étude minutieuse des aliments rencontrés dans ces poches membraneuses nous démontrèrent que la mort des canards

était dû à l'ingestion des feuilles de l'*Ailantus glandulosa* (Desf.), vulgairement appelé *Vernis du Japon* ou *faux Vernis*.

» Afin de mettre hors de doute ce fait important, nous fîmes hacher des feuilles d'ailante glanduleux et nous les donnâmes en nourriture à des canards du même âge. Quelques heures après cette opération, ces oiseaux tombaient pour ne plus se relever, en présentant tous les symptômes d'un empoisonnement dû à une substance âcre. Les feuilles du Vernis du Japon ont paru exercer une action stupéfiante sur le système nerveux de ces volatiles.

» Il résulte de ces expériences que le suc résineux de cette térébinthacée est très âcre et qu'il détermine sur le système digestif des canards domestiques une vésication qui dégénère en une inflammation qui ne tarde pas à amener la mort.

» Ce sont les rejetons de plusieurs pieds d'Ailante que nous avons retrouvés au bord d'une mare qui ont été l'unique cause de cet empoisonnement, qui menaçait de prendre les proportions d'un véritable fléau. »

M. A. de Saint-Germain adresse une Note « sur la discontinuité de certaines séries. »

La séance est levée à 5 heures un quart. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mai 1885.

Préfecture du département de la Seine. Assainissement de la Seine; par M. A. Durand-Claye. Paris, impr. Chaix, 1885; in-4°. (Deux exemplaires.)

Société de Médecine légale de France. Bulletin; t. VIII, IIe partie. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-8°.

*Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'*Urtica Dioica L.; *par* A. Gravis. Bruxelles, A. Manceaux, 1885; in-4°.

Annales de la Société géologique de Belgique; t. XI, 1883-1884. Liège, Decq et Nierstrasz; Paris, Savy, 1883-1884; in-8°.

Société géologique de Belgique. Catalogue des Ouvrages de Géologie, de Minéralogie et de Paléontologie ainsi que des Cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique; par G. DEWALQUE. Liège, impr. Vaillant-Carmanne, 1884; in-8°.

Sur l'origine de l'Électricité atmosphérique, du tonnerre et de l'aurore boréale; par E. EDLUND. Stockholm, P.-A. Norstedt, 1884; in-8°. (Renvoi au concours Bordin 1885.)

Bulletin et Mémoires de la Société centrale de Médecine vétérinaire, année 1885. Nouvelle série; t. III, 1er trimestre. Paris, Asselin et Houzeau, 1885; in-8°.

Leçon aux médecins sur le choléra; par E.-V. RENOIR. Paris, Dentu, 1885; br. in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Discours prononcé à la Société libre de l'Eure dans sa séance du 1er mars 1885 et Compte rendu de la Session de la Société des Agriculteurs de France; par M. BARBIÉ DU BOCAGE. Évreux, imp. Hérissey, 1885; br. in-8°.

Accidents causés par les machines. Moyens de les prévenir; par L. OVIÈVE. Rouen, impr. Cagniard, 1884; br. in-8°. (Adressé au concours Montyon, Mécanique.)

Krakatau; par R.-D.-M. VERBEEK; Ire Partie. Batavia, impr. de l'État, 1885; in-8°.

Nei funerali di Giuseppe de Spuches Elogio di VICENZO DI GIOVANNI. Palermo, 1885; in-8°.

Temblores y erupciones volcanicas en Centro-America, con un apendice meteorologico; por F. DE MONTESSUS DE BALLORE. San Salvador, impr. Fr. Sagrini, 1884; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MAI 1885.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CXVI. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Annuaire de la Marine et des Colonies. 1885. Paris, Berger-Levrault, 1885; in-8°.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire, t. XXXVIII, *Sciences*. Angers, impr. Lachèse et Dolbeau, 1883; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; t. VI, 1er et 2e semestre. Toulouse, impr. Douladoure-Privat, 1884 2 vol. in-8°.

Annuaire de la Marine de Commerce française, 1885. Le Havre, 3, place de la Bourse, 1885; gr. in-8° relié. (Présenté par M. l'amiral Pâris.)

Développement du squelette des extrémités et des productions cornées chez les Mammifères; par Ed. Retterer. Paris, F. Alcan, 1885; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

L'Evolution du règne végétal. Les Phanérogames; par G. de Saporta et A.-F. Marion. Paris, F. Alcan, 1885; 2 vol. in-8° reliés.

Notice biographique sur M. Girardin; par M. A. Malbranche. Rouen, impr. E. Cagniard, 1885; br. in-8°.

Instructions nautiques sur les côtes sud de France; par M. A. Germain; 2e édition. Paris, Impr. nationale, 1885; in-8°.

Notes et Mémoires de Chirurgie clinique; par J. Grynfeltt. Paris, Coccoz, 1885; in-8°. (Présenté par M. Larrey.)

Dr E. Monin. *Essai sur les odeurs du corps humain dans l'état de santé et dans l'état de maladie*. Paris, G. Carré, 1885; in-18.

Une septicémie expérimentale; par le Dr Charrin. Paris, O. Berthier, 1885; br. in-8°.

Le choléra à Toulon. Etude historique et comparative des épidémies de 1835, 1849, 1854, 1865 *et* 1884; *par* A. Dominique. Toulon, A. Isnard, 1885; in-8°. (Adressé au concours Montyon, Statistique.)

Pierre Latour du Moulin, créateur de l'industrie du touage à vapeur; par le baron Ernouf. Paris, Hachette, 1885; in-12.

Souvenirs d'une exploration médicale dans l'Afrique intertropicale; par P. Dutrieux. Paris, G. Carré, 1885; in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

L'assainissement intérieur et extérieur de la ville de Berlin; par M. A. Durand-Claye. Paris, G. Masson, 1885; br. in-8°.

Nouveau programme de l'assainissement de Paris. Conférence par M. A. Durand-Claye. Paris, Chaix, 1885; br. in-8°.

La controverse; par C.-T. Béjot. Sans lieu ni date; gr. in-8° en épreuves. (Deux exemplaires.)

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. DESAINS.

Discours de M. Fizeau,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» Je viens, au nom de l'Académie des Sciences, adresser un dernier adieu au Membre éminent qu'elle vient de perdre.

» Celui que nous avons la douleur d'accompagner aujourd'hui à sa dernière demeure était de ceux qui ont consacré leur vie au devoir, à la Science, à la vérité; de ceux dont on peut dire, lorsqu'ils ont terminé leur carrière, qu'ils ont passé en faisant le bien.

» Né à Saint-Quentin en 1817, M. Desains (Quentin-Paul) entra dans la section des Sciences de l'École Normale, et lia bientôt avec de La Provostaye des relations d'amitié qui ne devaient cesser qu'avec la vie de son ami. Les mêmes goûts pour l'étude approfondie des phénomènes physiques, la même science étendue et précise, la même patience, la même adresse dans la disposition des appareils et dans l'exécution des expériences, allaient donner lieu à une heureuse collaboration dont la Physique expérimentale a profité pendant plus de quinze années.

» C'est pendant cette période que furent publiées, dans plus de trente Mémoires, les *Recherches sur la chaleur rayonnante*, par de La Provostaye et Desains, recherches qui devaient unir désormais les noms des deux amis dans une célébrité commune.

» On sait depuis longtemps qu'une des premières lois de la nature est que les corps chauds, mis en présence de corps plus froids, perdent peu à peu leur excès de température, jusqu'à ce que les uns et les autres possèdent le même degré de chaleur, et que cet état d'équilibre final s'établit à la fois, soit par le contact immédiat, soit à une certaine distance par un rayonnement de la chaleur à travers l'espace. Ce flux de chaleur sous forme de rayons tout à fait analogues aux rayons de lumière est un de ces importants phénomènes négligés autrefois et sur lesquels la Physique expérimentale était appelée à jeter, dans ces derniers temps, le plus grand intérêt. Leslie, Melloni et plusieurs autres avaient constaté qu'un vaste

champ de recherches était ouvert dans cette voie, et, à l'aide d'instruments nouveaux et d'une extrême délicatesse, ils avaient reconnu, dans ces rayons qui transmettent la chaleur, les propriétés les plus singulières et les plus inattendues.

» Cependant, ces premiers résultats, encore incomplets, réclamaient des études nouvelles, plus méthodiques et plus précises ; mais que de difficultés ne devait-on pas rencontrer dans cette entreprise ! quelle ferme volonté ne fallait-il pas pour s'engager sans hésitation dans cette voie ! M. Desains et son ami de La Provostaye se sentirent la force de l'entreprendre; ils se mirent à l'œuvre résolûment et ne cessèrent plus pendant de longues années de poursuivre, patiemment et habilement, le but qu'ils s'étaient proposé d'atteindre. On sait quel succès couronna leurs efforts.

» Les savants Mémoires, fruits de ce travail, ont été insérés dans les *Annales de Chimie et de Physique*, et dans le *Recueil des Savants étrangers*; ils ont rendu, depuis longtemps, classiques ces belles recherches dont on ne peut donner ici qu'une très brève indication.

» On y remarque de nombreuses séries de mesures relatives à l'émission, à l'absorption, à la réflexion, à la réfraction des rayons de chaleur, ainsi qu'aux diverses propriétés de ces rayons, suivant qu'ils émanent de sources à haute ou à basse température. On y voit démontré, ce qui est resté longtemps douteux, que les rayons de chaleur jouissent généralement de toutes les propriétés des rayons de lumière et, comme ces derniers, sont susceptibles d'être polarisés et de subir la double réfraction, ainsi que la polarisation rotatoire.

» Analysée par la réfraction dans un prisme de sel gemme, on voit la chaleur rayonnante se décomposer en une infinité de rayons élémentaires dont une partie, visible, se confond absolument avec les rayons lumineux de même réfrangibilité, et l'autre partie, moins réfrangible et tout à fait invisible, prolonge le spectre au delà du rouge à une distance au moins égale en étendue au spectre visible.

» Remarquable ensemble de phénomènes bien observés et mesurés, rappelant à l'esprit ce que Bacon appelle la *vendange des faits*, et conduisant directement à la conclusion, aujourd'hui admise par les physiciens, qu'il y a une identité complète de nature entre la lumière et la chaleur rayonnante.

» Mentionnons seulement les titres de plusieurs Mémoires d'un grand intérêt :

» *Sur l'équilibre et le mouvement de la chaleur dans les enceintes à température constante ou variable.*

» *Sur la théorie du refroidissement des corps dans l'air et dans le vide.*

» *Sur la mesure des diamètres des anneaux colorés de Newton.*

» *Sur la chaleur latente de fusion de la glace.*

» On doit encore à M. Desains de savantes Leçons de Physique renfermant plusieurs travaux originaux relatifs à l'acoustique; une étude : *Sur l'intensité de la lumière émise par divers corps à la température rouge;* une autre d'un égal intérêt : *Sur l'absorption des rayons calorifiques par un liquide et par sa vapeur;* enfin d'importantes expériences, faites avec M. Branly, sur la transmissibilité de la chaleur du Soleil à travers l'atmosphère, étudiée simultanément à Lucerne et au sommet du mont Righi.

» M. Desains a rendu de grands services dans l'enseignement : non seulement il occupait depuis longtemps avec honneur une des chaires de Physique de la Faculté des Sciences, mais encore il a créé et dirigé pendant ces dernières années le Laboratoire d'enseignement pour la Physique, à la Sorbonne, avec un zèle, un dévouement et un succès reconnus de tous.

» M. Desains est Membre de l'Académie des Sciences depuis l'année 1873.

» Après avoir rappelé les titres qui honorent le savant, dans M. Desains, nous ne ferons qu'exprimer le sentiment de tous ceux qui l'ont connu, en rendant hommage aux rares qualités de son cœur. Si sa droiture, sa bonté, son esprit de justice, sa fidélité à ses amis, son infatigable dévouement à ses devoirs, ses sentiments religieux, la dignité de sa vie, en un mot, lui ont toujours mérité les respects de tous pendant sa vie, le souvenir des qualités et des vertus dont il a donné l'exemple ne peut manquer de rester attaché à sa mémoire.

» Adieu, cher et regretté Confrère ! »

Discours de M. Troost,

au nom de la Faculté des Sciences.

« Messieurs,

« Je viens, au nom de la Faculté des Sciences de Paris, rendre un suprême hommage au professeur éminent, au savant aussi distingué que modeste, au Collègue dévoué et affectionné que nous avons la douleur de perdre.

» Né à Saint-Quentin le 12 juillet 1817, Paul Desains avait commencé au collège de sa ville natale les études qu'il termina au lycée Louis-le-

Grand, où il remporta le premier prix de Physique au concours général. En 1835, il entrait à l'École Normale supérieure où l'avait précédé de quelques années son frère aîné, Édouard Desains, qui, à Saint-Quentin d'abord, puis à Paris, avait dirigé ses études avec la plus affectueuse sollicitude.

» L'amitié des deux frères était à toute épreuve, et lorsque, en 1865, Édouard Desains, victime de sa charité, contracta la terrible maladie qui devait l'enlever à l'affection des siens, Paul Desains voulut se dévouer seul pour soigner son frère, et éloigna avec persistance tous ceux que le mal aurait pu atteindre.

» C'est du séjour de Paul Desains à l'École Normale que datent ses relations d'amitié avec F. de La Provostaye, alors surveillant de la section des Sciences. Ces relations devaient être, pour les deux futurs collaborateurs, très fécondes en satisfactions de cœur et d'intelligence.

» Nommé successivement professeur à Caen en 1839, puis au collège Stanislas et bientôt après, en 1841, au lycée Saint-Louis, il remplaça, en 1844, au lycée Condorcet (alors collège Bourbon) son collaborateur et ami F. de La Provostaye, que sa santé forçait à abandonner l'enseignement.

» Les qualités précieuses qui le distinguaient comme professeur, sa réputation comme savant le firent appeler, en 1853, à la Sorbonne, où pendant trente-deux ans il enseigna avec une clarté et une précision remarquables. Profondément dévoué à ses fonctions, il consacra tous ses efforts à initier sans fatigue ses auditeurs aux méthodes les plus rigoureuses de la Science et à leur inspirer le désir d'en approfondir les applications. La partie expérimentale de l'enseignement lui doit en particulier de nombreux perfectionnements; il rechercha sans relâche les meilleures dispositions à adopter pour réussir sûrement les expériences les plus délicates, et pour en manifester, par des projections, les résultats devant un nombreux auditoire.

» A ses fonctions de professeur il joignit, mais pendant trois ans seulement, de 1858 à 1861, celles d'astronome physicien. Ses nombreuses déterminations du magnétisme terrestre ont été publiées dans les *Annales de l'Observatoire*.

» Depuis 1860 jusqu'en 1883, il fut membre du jury d'agrégation des Sciences physiques, où les candidats se plaisaient à signaler sa consciencieuse impartialité, sa critique toujours sûre et en même temps toujours bienveillante. Ces mêmes qualités furent hautement appréciées au sein du conseil académique où il représentait depuis longtemps la Faculté des Sciences.

» Le zèle avec lequel il remplissait ses fonctions universitaires ne l'a pas

empêché de travailler jusqu'à la fin de sa vie aux progrès des sciences expérimentales.

» Au collège, sa curiosité l'avait d'abord porté vers l'Histoire naturelle et plus particulièrement vers la Botanique. C'est un goût qu'il conserva toute sa vie, et, dans ses dernières années, il se reposait des fatigues du laboratoire en enseignant les Sciences naturelles à ses petits-enfants, dont la vue le consolait des deuils irréparables qui l'avaient successivement frappé.

» Au sortir de l'École Normale, ses premières recherches furent des recherches de Chimie, sur les xanthates et les composés analogues obtenus avec les différents alcools; mais bientôt il consacra tous ses loisirs à la Physique, et en particulier à la chaleur qui attirait alors l'attention générale.

» Les travaux qui ont établi la réputation scientifique de Paul Desains, et qui devaient lui ouvrir, en 1873, les portes de l'Académie des Sciences, se rapportent principalement à la chaleur rayonnante. Ils furent exécutés pour la plupart au laboratoire du lycée Condorcet, à l'aide d'appareils qu'on y conserve religieusement.

» Considérée dans ses rapports avec la matière, la chaleur était, au commencement de ce siècle, envisagée comme un fluide qui s'accumule dans les corps, se loge entre leurs molécules pour les dilater ou rompre les liens de la cohésion. Elle est aujourd'hui, pour tous les savants, le résultat de vibrations communiquées à l'éther lumineux par les corps incandescents. Émise en même temps que la lumière, elle est réfléchie, transmise, absorbée, diffusée, polarisée d'après les mêmes lois. C'est aux travaux exécutés au laboratoire du lycée Condorcet, puis à celui de la Faculté des Sciences par Paul Desains et F. de La Provostaye, que nous en devons les preuves les plus concluantes.

» Contemporains de Regnault, qui porta si haut l'art des mesures calorimétriques et de la détermination des constantes des corps, Paul Desains et F. de La Provostaye furent ses dignes émules par l'élégance des méthodes et la précision des mesures.

» Par une application judicieuse des appareils créés par Nobili et Melloni, et par les heureuses modifications qu'ils y ont apportées, ils ont rajeuni les problèmes, soulevés plutôt que résolus par Lambert et par Leslie, et l'on peut affirmer qu'il en est peu dont ils n'aient donné la solution complète.

» Dans le champ si vaste des relations de la chaleur et de la lumière, il n'y a, pour ainsi dire, pas un coin que Paul Desains n'ait exploré avec

succes, pas un phénomène dont il n'ait perfectionné l'étude ou reconnu les lois, avec cette sagacité, cette netteté de vues qu'il portait aussi bien dans ses recherches de laboratoire que dans son enseignement et dans le remarquable *Traité de Physique* qu'il publia de 1855 à 1865.

» A partir de 1869, une nouvelle voie s'offrit à l'activité de Paul Desains : l'École pratique des hautes études venait d'être fondée sous le ministère de M. Duruy. Ce ministre éminent avait le premier compris la nécessité de placer à côté de l'enseignement théorique de nos Facultés les exercices de laboratoire qui sont indispensables pour le fortifier et l'étendre. Mais tout était à créer, personnel et matériel.

» Paul Desains fut chargé d'organiser le laboratoire d'enseignement de la Physique. Il se consacra avec ardeur à cette nouvelle création, et le succès le plus complet ne tarda pas à récompenser ses efforts. Au commencement de janvier 1869, il ouvrit son laboratoire, où seize élèves, divisés en deux séries, pouvaient, mais pendant un semestre seulement, s'exercer aux manipulations préparatoires à la licence ès sciences physiques.

» Dès la seconde année, l'organisation primitive fut reconnue insuffisante : des étudiants étrangers se firent inscrire, les élèves de troisième année de l'École Normale supérieure se destinant à l'enseignement de la Physique, des élèves de l'École de Médecine, de l'École de Pharmacie, des professeurs de collèges communaux vinrent y chercher les éléments d'instruction nécessaires pour leurs carrières respectives.

» En 1873, 40 élèves suivaient, et cela pendant toute l'année, les manipulations; il y en eut 59 en 1874; leur nombre dépasse actuellement le chiffre de 130.

» Afin de répondre à des besoins aussi nettement manifestés, il fallut lutter contre les difficultés matérielles pour augmenter l'espace, il fallut triompher des embarras budgétaires pour accroître les collections d'instruments et se procurer tous les moyens de travail indispensables aux élèves. Aujourd'hui, plus de soixante-dix appareils, disposés dans cinquante-trois salles, sont constamment prêts à fonctionner sans aucune perte de temps; une bibliothèque réunit les collections scientifiques, les livres et les brochures de toute sorte que l'on a besoin de consulter dans le cours des recherches de Physique.

» A partir de 1878, aux élèves libres, aux boursiers de l'État, aux professeurs de province, aux élèves de troisième année de l'École Normale supérieure, sont venus chaque année se joindre, pendant quelques mois, des officiers de Marine que l'Amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire,

envoie à la Sorbonne pour se perfectionner dans les déterminations magnétiques, et dans l'examen des raies spectrales si utiles pour l'observation des phénomènes de l'Astronomie physique.

» Cette affluence croissante des élèves a été la meilleure récompense du dévouement sans bornes de Paul Desains, toujours prêt à répondre à toutes les questions, toujours attentif à distinguer et à encourager les efforts de chacun.

» C'est dans ce laboratoire qu'il exposait devant un petit nombre d'auditeurs d'élite les détails qu'il ne pouvait traiter dans son cours public. Ceux qui l'ont ainsi approché n'oublieront pas la grande bienveillance avec laquelle il prodiguait ses conseils, son extrême affabilité, ses observations pleines de finesse, ses remarques quelquefois railleuses, mais toujours empreintes d'une bonté paternelle.

» Le développement du laboratoire d'enseignement de la Physique de Paul Desains a rapidement entraîné celui du laboratoire de Chimie, ainsi que celui du laboratoire de Minéralogie. Ces développements simultanés ont eu pour conséquence immédiate un accroissement important dans le nombre des candidats reçus à la licence et à l'agrégation, et un accroissement plus important encore dans la valeur relative des épreuves de ces deux examens; dès lors, les élèves formés par la Sorbonne ont pu, sans désavantage, lutter avec les élèves sortant de l'École Normale supérieure.

» Le succès du laboratoire d'enseignement de la Physique n'a pas été apprécié seulement en France; de tous les pays voisins on s'adressait à Paul Desains pour avoir ses conseils et établir des laboratoires sur le modèle de celui de la Sorbonne; car, si d'autres nations nous ont devancés dans l'organisation et le développement des laboratoires de recherches, il n'en a pas été de même pour les laboratoires d'enseignement, plus modestes en apparence, mais qui seuls cependant fournissent la base indispensable de toutes les études complètes. Le laboratoire de Paul Desains est, du témoignage unanime des savants étrangers, un laboratoire encore unique au monde.

» Une nouvelle et considérable extension lui a été donnée cette année même, son installation va être définitivement terminée, et Paul Desains pouvait espérer jouir enfin du fruit de plus de quinze années de travail et d'efforts constants.

» Ce légitime espoir devait être déçu : il y a quinze jours à peine, au retour du ministère où il avait présenté la Faculté au nouveau Ministre de l'Instruction publique, il voulut veiller lui-même à l'exécution des

ordres qu'il avait donnés pour l'installation des dernières salles de son laboratoire; il s'y oublia trop longtemps, y prit froid, et, lorsqu'il s'aperçut qu'il était fatigué, il dut rentrer chez lui pour se mettre au lit; il ne devait plus se relever. Mais, si Paul Desains a succombé, le laboratoire qu'il a créé, et dont il a fait son œuvre capitale, lui survivra.

» Il laisse un nom que la Science n'oubliera pas et que l'estime universelle accompagne. Quant à nous qui l'avons connu, nous conserverons dans nos cœurs son souvenir entouré d'affection et de regrets.

» Puisse le suprême hommage de ses élèves, de ses amis, de ses collègues et de ses confrères, adoucir la douleur de sa famille si cruellement éprouvée. »

Discours de M. Mézières (1),

MEMBRE DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE.

« Messieurs,

» Ce n'est point un discours que je suis venu prononcer sur cette tombe.

» Je n'ai aucune qualité pour parler du savant éminent que l'Académie et la Faculté des Sciences regrettent, qu'elles ont loué si dignement hier, et dont elles attendaient encore de longues années de collaboration.

» Mais je suis de ceux — et c'est là mon seul titre — qui, depuis leur enfance, ont connu et aimé Paul Desains. Vous me comprendrez, vous, ses compatriotes et ses amis, quand je vous dirai que j'ai été élevé sous les yeux, en partie sous la direction de son frère, Édouard Desains.

» Vous n'avez pas oublié ce généreux enfant de Saint-Quentin, un des hommes les plus honnêtes, un des plus nobles cœurs que notre siècle ait produits.

» Vous vous rappelez avec quelle sollicitude il avait suivi les premiers pas de son jeune frère, comme il était fier de ses succès; lui, si modeste pour lui-même, qui passait sa vie à s'oublier et à s'effacer, il parlait de son Paul avec un légitime orgueil, il le citait en exemple aux jeunes générations.

» C'est ainsi que, dès l'âge de dix ans, j'avais appris à connaître le col-

(1) Ce Discours a été prononcé, le 7 mai 1885, à Saint-Quentin, où le corps a été transporté.

lègue de la Sorbonne, le confrère de l'Institut que je pleure avec vous aujourd'hui. Élève du lycée de Metz où Édouard Desains professait la Physique, où mon père était recteur de l'Académie, j'avais été confié par ma famille à ce maître admirable, ou plutôt son dévouement était allé audevant du désir des miens. Il me consacrait ses heures de liberté, il m'emmenait avec lui dans les parties les plus curieuses du pays messin et, suivant la pente de son esprit profondément religieux, du monde créé il remontait toujours vers le Créateur.

» Je lui dois d'avoir compris de bonne heure la poésie rustique de nos campagnes lorraines qu'il aimait tant et qu'il n'a pas eu la douleur de voir passer en des mains étrangères. Je lui dois bien plus encore, la douceur d'avoir senti près de moi, pendant les années de mon enfance et de ma jeunesse, le souffle d'une âme honnête, de l'âme la plus pure que j'aie connue. Il m'a été donné de rencontrer quelques-uns des hommes les meilleurs de notre temps; aucun ne m'a laissé, au même degré qu'Édouard Desains, l'impression de la pureté, j'oserais presque dire de la sainteté, si je ne craignais de profaner la mémoire de cet homme de bien par un mot qui eût effrayé sa modestie autant que sa foi.

» Vous me pardonnerez, Messieurs, d'unir dans un même regret, dans un même hommage ces deux hommes qui ont été si étroitement unis pendant leur vie. Tous deux ont été, à vingt ans de distance, victimes de leur dévouement. Édouard Desains avait contracté le germe du mal terrible qui l'a emporté avant l'âge au chevet d'une pauvre malade qu'il soignait par charité. Paul Desains vient de succomber aux suites d'un refroidissement gagné dans son laboratoire, au milieu de ses élèves. Tous deux étaient de la même race, de ceux qui ne calculent pas leurs forces et qui vont toujours là où le devoir les appelle, fût-ce au péril de leur vie.

» Que d'heures heureuses et fécondes Paul Desains passait dans ce laboratoire d'enseignement de la Physique qu'il avait créé en 1869, qui s'était élargi sous sa direction, où se réunissaient en dernier lieu cent trente élèves : laboratoire unique en son genre, auquel les étrangers reconnaissent qu'il n'y a rien à comparer en Europe! Là se pressaient régulièrement pour l'entendre des élèves de l'École Normale supérieure, des professeurs de collèges communaux, des répétiteurs de lycées, des étudiants en médecine, des officiers de marine envoyés par l'amiral Mouchez.

» Tous étaient suspendus à la parole si claire et si vive de leur maître, à cet enseignement substantiel et aimable où le sérieux de la Science était

encore relevé par la bonne grâce du langage et par le tour piquant de l'esprit.

» Paul Desains avait beaucoup d'esprit, du plus fin et du plus gaulois. Il donnait volontiers à sa pensée une forme originale; mais c'était chez lui une façon nouvelle de séduire et d'entraîner ses auditeurs. Il voulait avant tout former des élèves, organiser, comme il le disait, le grand état-major de la Science. C'était sa manière de préparer la revanche, la revanche par le rayonnement scientifique de la France dans le monde, et cet ardent patriote n'avait pas choisi la plus mauvaise part.

» Ai-je besoin de vous dire qu'à toutes ses vertus il joignait l'amour passionné de son pays? Il était bien l'enfant de votre ville héroïque, le parent et l'ami d'un autre de vos concitoyens, d'Henri Martin, dont l'Académie française porte encore le deuil avec vous, dont le nom seul avait une telle signification patriotique que la *Ligue de Patriotes,* en se constituant, le choisit naturellement à l'unanimité pour son président.

» En 1870, pendant le siège de Paris, on voyait au milieu des glaces de la Seine un homme de haute taille qui passait des heures entières dans une barque, sous le froid, sous la neige, et qui paraissait accomplir un travail mystérieux. C'était Paul Desains qui essayait de se mettre en communication avec M. d'Almeida, envoyé par le gouvernement de la Défense nationale en dehors des lignes d'investissement. Il avait réussi, il donnait de nos nouvelles, il recevait déjà des nouvelles de province, lorsque, le pain venant à manquer, Paris fut obligé de capituler.

» Tu meurs trop tôt pour nous, trop tôt pour la Science, cher et noble ami; mais tu n'en as pas moins accompli ta destinée. Tu laisses à tes concitoyens, à des enfants dignes de toi les souvenirs d'une vie tout entière consacrée au travail, aux œuvres fécondes qui honorent et relèvent une nation.

» Tu as vu venir la mort avec calme; elle était pour toi le commencement d'une vie nouvelle, l'aurore des immortelles espérances dont ta foi robuste n'a jamais douté. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Bouley** demande à l'Académie la permission de lui offrir, pour être rangée dans son médaillier, une médaille commémorative de son élection au fauteuil de la présidence. Elle lui a été offerte par ses élèves, ses confrères et ses amis. L'artiste, M. Roty, à qui a été confié le soin de l'exécuter, en a fait une œuvre d'art véritable, qui occupera dignement sa place dans les collections de l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Sur l'effet des erreurs instrumentales dans la détermination du tour de vis;* par M. **M. Lœwy.**

« La détermination du tour de vis constitue une des opérations fondamentales dans l'Astronomie de haute précision. C'est sur la valeur de cet élément que reposent toutes les mesures qu'on effectue au moyen des équatoriaux; le tour de vis, en outre, intervient dans des opérations très variées et très importantes lorsqu'on emploie des instruments méridiens; il est donc indispensable d'éviter, dans cette recherche capitale, toutes les

inexactitudes provenant d'une cause quelconque. Généralement, pour arriver au but cherché, on se sert des étoiles polaires qu'on pointe au moyen du fil mobile dans une très grande étendue du champ, et on déduit la valeur du tour de vis de la différence des lectures effectuées et des angles horaires correspondant à ces lectures. On atteint aussi le même but par l'observation d'autres étoiles, par exemple des étoiles équatoriales, en plaçant à l'avance le fil mobile dans des positions déterminées. Ces deux méthodes, qui sont les plus rigoureuses, conduisent quelquefois à des résultats plus discordants que ne le faisaient présumer les conditions théoriques, de sorte que plusieurs astronomes emploient de préférence un procédé qui n'est pas absolu et qui repose sur la connaissance préalable de la différence en déclinaison de deux étoiles voisines. Ces différences dont nous venons de parler proviennent, en partie, de ce que l'on néglige les corrections dues à la désorientation de l'instrument, ou bien que l'on ne se place pas dans des conditions qui annulent leur influence. Nous allons donc établir les règles qui permettent de tenir compte, d'une manière simple, des erreurs instrumentales et fixer les conditions nécessaires pour annuler leur effet dans la détermination du tour de vis.

» En désignant par f_1 et f_2 les distances angulaires au méridien des pointés effectués aux époques t_1 et t_2, par $\mathcal{R}$ et δ l'ascension droite et la déclinaison de l'étoile considérée, Cp la correction de pendule, m, n et c les constantes instrumentales connues, on aura, d'une manière rigoureuse,

$$(1)\qquad \begin{cases} \sin(f_1+c) = \cos n \cos\delta \sin(\tau_1 - m) - \sin n \sin\delta, \\ \sin(f_2+c) = \cos n \cos\delta \sin(\tau_2 - m) - \sin n \sin\delta, \end{cases}$$

$$\tau_1 = t_1 + Cp - \mathcal{R}, \quad \tau_2 = t_2 + Cp - \mathcal{R}.$$

Dans la pratique, au lieu de déterminer la valeur du tour de vis de la différence $f_2 - f_1$, on la déduit de la différence $\varphi_2 - \varphi_1$, φ_2 et φ_1 étant conclus à l'aide des formules plus simples suivantes

$$(2)\qquad \begin{cases} \sin\varphi_1 = \sin\tau_1 \cos\delta, \\ \sin\varphi_2 = \sin\tau_2 \cos\delta, \end{cases}$$

l'erreur commise dans le calcul de la distance angulaire parcourue par l'étoile, dans l'intervalle de t_1 à t_2, et mesurée par le tour de vis sera donc

$$(f_2 - f_1) - (\varphi_2 - \varphi_1) = x.$$

» Nous allons déterminer cette différence.

» Posant

$$\sin(f_2+c)-\sin(f_1+c)-(\sin\varphi_2-\sin\varphi_1)=2A,$$

on a

$$2\sin\left(\frac{f_2-f_1}{2}\right)\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)-2\sin\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\cos\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}=2A$$

ou

$$\sin\left(\frac{f_2-f_1}{2}-\frac{\varphi_2-\varphi}{2}+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\right)\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)=A+\sin\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}$$

et

$$\left(\sin\frac{x}{2}\cos\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}+\cos\frac{x}{2}\sin\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\right)\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)$$
$$=A+\sin\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2},$$

ou encore

$$\text{(B)}\quad\left\{\begin{aligned}&\sin\frac{x}{2}\cos\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)\\&\quad=A+\sin\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\left[\cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}-\cos\frac{x}{2}\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)\right].\end{aligned}\right.$$

» En combinant les équations (1) et (2), on obtient

$$A=\cos n\cos\delta\sin\frac{\tau_2-\tau_1}{2}\cos\left(\frac{\tau_2+\tau_1}{2}-m\right)-\cos\delta\sin\frac{\tau_2-\tau_1}{2}\cos\frac{\tau_2+\tau_1}{2}$$

ou

$$A=\sin\frac{\tau_2-\tau_1}{2}\cos\delta\left[\cos\left(\frac{\tau_2+\tau_1}{2}-m\right)\right.$$
$$\left.-\cos\frac{\tau_2+\tau_1}{2}-2\sin^2\frac{n}{2}\cos\left(\frac{\tau_2+\tau_1}{2}-m\right)\right],$$

ensuite

$$A=\sin\frac{\tau_2-\tau_1}{2}\cos\delta\left[2\sin\frac{m}{2}\sin\left(\frac{\tau_2+\tau_1-m}{2}\right)-2\sin^2\frac{n}{2}\cos\left(\frac{\tau_2+\tau_1}{2}-m\right)\right]$$

ou

$$A=\sin\frac{\tau_2-\tau_1}{2}\cos\frac{\tau_2+\tau_1}{2}\cos\delta\left(\sin m\,\text{tang}\,\frac{\tau_2+\tau_1}{2}\right.$$
$$\left.-2\sin^2\frac{m}{2}-2\sin^2\frac{n}{2}\cos m-2\sin m\sin^2\frac{n}{2}\,\text{tang}\,\frac{\tau_2+\tau_1}{2}\right),$$

et, comme les équations (2) donnent

$$\sin\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}=\sin\frac{\tau_2-\tau_1}{2}\cos\frac{\tau_2+\tau_1}{2}\cos\delta,$$

on aura

$$A = \sin\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}\left(\sin m \operatorname{tang}\frac{\tau_2+\tau_1}{2} - 2\sin^2\frac{m}{2} - 2\sin^2\frac{n}{2}\cos m - 2\sin m\sin^2\frac{n}{2}\operatorname{tang}\frac{\tau_2+\tau_1}{2}\right).$$

et, en introduisant en (B) la valeur de A,

$$\sin\frac{x}{2}\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)$$
$$= \operatorname{tang}\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\left[\cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}\left(\sin m\operatorname{tang}\frac{\tau_2+\tau_1}{2} - 2\sin^2\frac{m}{2} - 2\sin^2\frac{n}{2}\cos m - 2\sin m\sin^2\frac{n}{2}\operatorname{tang}\frac{\tau_2+\tau_1}{2}\right) + \cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2} - \cos\frac{x}{2}\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)\right]$$

Telle est l'expression exacte, mais compliquée, permettant d'obtenir x. Nous allons chercher les termes principaux qui représentent cette inconnue avec toute l'exactitude voulue.

» On peut mettre $\cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}$, là où il figure comme facteur, et le coefficient $\cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)$ de $\sin\frac{x}{2}$ égaux à l'unité, et de même $\cos m = 1$ et $\cos\frac{x}{2} = 1$; on peut enfin négliger le terme

$$2\sin m\sin^2\frac{n}{2}\operatorname{tang}\frac{\tau_2+\tau_1}{2};$$

en agissant ainsi, on ne fait abstraction que des termes du second ordre de petitesse par rapport à ceux que l'on conserve. On obtient alors, ce qui est suffisant pour toutes les applications pratiques,

$$\sin\frac{x}{2} = \operatorname{tang}\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\left[\sin m\operatorname{tang}\frac{\tau_2+\tau_1}{2} - 2\sin^2\frac{m}{2} - 2\sin^2\frac{n}{2} + \cos\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2} - \cos\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)\right],$$

ou, en remplaçant les fonctions trigonométriques par la valeur angulaire, on a

$$(\mathrm{C})\quad x = (\varphi_2-\varphi_1)\left[m\frac{\tau_2+\tau_1}{2} - \frac{m^2}{2} - \frac{n^2}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}\right)^2\right]\sin^2 1''.$$

» Il nous reste encore à éliminer dans cette équation la différence

$$\frac{1}{2}\left(\frac{f_2+f_1}{2}+c\right)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{\varphi_2+\varphi_1}{2}\right)^2,$$

qui n'est pas directement connue. Pour cela, nous ne cesserons pas d'être dans la même approximation en remplaçant les formules exactes par les suivantes

$$f_1 + c = (\tau_1 - m)\cos\delta - n\sin\delta,$$
$$f_2 + c = (\tau_2 - m)\cos\delta - n\sin\delta,$$
$$\varphi_1 = \tau_1\cos\delta,$$
$$\varphi_2 = \tau_2\cos\delta,$$

d'où nous tirons

$$\frac{f_1+f_2}{2} + c = \cos\delta\left(\frac{\tau_1+\tau_2}{2} - m\right) - n\sin\delta$$

et

$$\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2} = \left(\frac{\tau_1+\tau_2}{2}\right)\cos\delta,$$

ou, en élevant au carré,

$$\left(\frac{f_1+f_2}{2}+c\right)^2 = \left(\frac{\tau_1+\tau_2}{2}\right)^2\cos^2\delta + m^2\cos^2\delta - m(\tau_1+\tau_2)\cos^2\delta - 2n\sin\delta\cos\delta\left(\frac{\tau_1+\tau_2}{2} - m\right) + n^2\sin^2\delta,$$

$$\left(\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}\right)^2 = \left(\frac{\tau_1+\tau_2}{2}\right)^2\cos^2\delta;$$

d'où l'on tire

$$\frac{1}{2}\left[\left(\frac{f_1+f_2}{2}+c\right)^2 - \left(\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}\right)^2\right] = -\frac{m}{2}(\tau_1+\tau_2)\cos^2\delta + \frac{m^2}{2}\cos^2\delta - n\sin\delta\cos\delta\left(\frac{\tau_1+\tau_2}{2} - m\right) + \frac{n^2}{2}\sin^2\delta;$$

en substituant le second membre au premier dans la relation qui donne x, il vient

$$(\mathrm{D})\quad \left\{ \begin{aligned} x = (\varphi_2-\varphi_1)\Big[&-\frac{1}{2}(m\sin\delta - n\cos\delta)^2 \\ &+ \left(\frac{\tau_2+\tau_1}{2}\right)\sin\delta(m\sin\delta - n\cos\delta)\Big]\sin^2 1. \end{aligned}\right.$$

Nous voyons d'abord que la valeur de x est indépendante de la collimation et dépend seulement de m, n, δ et des angles horaires τ_1 et τ_2 correspondant aux pointés effectués.

» Nous allons maintenant examiner à part les deux procédés en usage dans la méthode directe et qui consistent à employer pour la recherche du tour de vis soit des étoiles polaires, soit des étoiles équatoriales. Dans le

premier cas, nous posons $\delta = 90^\circ$ et nous avons alors

$$x = (\varphi_2 - \varphi_1)\left(-\frac{m^2}{2} + m\frac{\tau_2 + \tau_1}{2}\right)\sin^2 1''$$

ou

$$x = (\varphi_2 - \varphi_1)\left[-\frac{m^2}{2} + m\left(\frac{t_2 + t_1}{2} - \mathcal{A}\right)\right]\sin^2 1''.$$

On voit immédiatement, quand on observe des étoiles polaires, que la valeur de n ou inclinaison de l'axe instrumental au-dessus de l'équateur n'exerce aucune influence sur le tour de vis; mais, au contraire, que la déviation horaire du plan instrumental par rapport au méridien a une influence d'autant plus considérable que les observations conjuguées ne se trouvent pas symétriques par rapport au méridien; dans ce cas, le terme

$$\left(\frac{t_2 + t_1}{2} - \mathcal{A}\right) m \sin^2 1''(\varphi_2 - \varphi_1)$$

prendra une valeur très notable. Le premier terme $-\frac{m^2}{2}\sin^2 1''$ restera négligeable tant que m sera $\overline{\gtrless} 1^{\mathrm{m}}$ de temps, comme on le verra plus loin. Cette dernière condition sera souvent réalisée dans les observatoires permanents où l'erreur d'index atteint rarement cette grandeur. Dans cette hypothèse, la formule rigoureuse qui permet de tenir compte des erreurs instrumentales devient très simple; on aura

$$f_2 - f_1 = (\varphi_2 - \varphi_1) + \left(\frac{t_2 + t_1}{2} - \mathcal{A}\right) m \sin^2 1''(\varphi_2 - \varphi_1).$$

Il suffit de déterminer l'erreur de l'index avec une étoile équatoriale quelconque, et l'on calcule les termes correctifs en employant cette valeur de m ainsi obtenue; on est alors dispensé d'observer d'une manière symétrique par rapport au méridien, ce qui est même quelquefois impossible à exécuter.

» Considérons maintenant le cas de la détermination du tour de vis par les étoiles équatoriales. Nous supposons $\delta = 0$; l'équation D devient alors

$$x = (\varphi_2 - \varphi_1)\left(-\frac{n^2 \sin^2 1''}{2}\right).$$

m n'a donc pas d'influence, et c'est n qu'il est important de connaître exactement.

» Nous examinons enfin le cas général où l'on se sert pour la détermination du tour de vis d'étoiles renfermées dans une zone céleste quelconque de 5° ou 6°. Dans cette condition, il faut se servir de la formule primitive (D).

» Dans les trois cas que nous venons d'énumérer, on pourra simplifier

la réduction si la grandeur des erreurs instrumentales ne dépasse pas certaines limites. Le tour de vis devant être connu à un centième de seconde près, puisqu'il est employé pour mesurer des dixièmes de seconde, certaines expressions pourront être négligées lorsque leur valeur ne dépassera pas $0'',01$. Nous allons donc chercher les limites supérieures de m et de n pour avoir les inégalités

$$\frac{m^2}{2}\sin^2 1''(\varphi_2 - \varphi_1) \leqq 0'',01,$$

$$\frac{n^2}{2}\sin^2 1''(\varphi_2 - \varphi_1) \leqq 0,01,$$

$$\tfrac{1}{2}(m\sin\delta + n\cos\delta)^2(\varphi_2 - \varphi_1)\sin^2 1'' \leqq 0,01.$$

La condition renfermée dans la troisième inégalité sera remplie *a fortiori* en supposant pour m et n le même signe et en mettant $\delta = 45°$, valeur pour laquelle cette inégalité atteint son maximum $\frac{1}{4}(m+n)^2$, ou en posant $m = n$, on obtient

$$m^2(\varphi_2 - \varphi_1)\sin^2 1'' \leqq 0,01.$$

» En donnant à $\varphi_2 - \varphi_1$ la valeur considérable de $900''$ d'arc, on trouve que m et n ne doivent pas dépasser une minute de temps dans les deux premiers cas, et 30^s dans le troisième cas. Dans ces conditions, les termes correctifs deviennent très simples, et l'on arrive aux conclusions suivantes :

» 1° Pour les étoiles polaires,

$$x = m^2 \sin^2 1''(\varphi_2 - \varphi_1)\left(\frac{t_2 + t_1}{2} - \mathcal{R}\right),$$

n quelconque et $m < 1^m$ de temps.

» 2° Pour les étoiles équatoriales,

$$x = 0,$$

à la condition que $n < 1^m$ et m quelconque.

» 3° Pour les étoiles d'une déclinaison quelconque,

$$x = \frac{\tau_2 + \tau_1}{2}\sin\delta(m\sin\delta - n\cos\delta)(\varphi_2 - \varphi_1)\sin^2 1'',$$

m et $n < 30^s$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le rayonnement nocturne.* Note de M. J. Jamin.

« C'est un fait hors de toute contestation que, vers les mois d'avril ou de mai, la température subit pendant la nuit un abaissement qui peut aller

jusqu'à — 5° ou — 7° quand le ciel est clair et que le vent vient du nord. Ce phénomène, que le vulgaire attribue à la Lune rousse ou aux saints de glace, manque rarement son effet; il vient de se manifester cette année, dans la nuit du 11 au 12 mai, par un véritable désastre dans quelques contrées de la Champagne. Les météorologistes l'attribuent avec raison au rayonnement nocturne; mais pourquoi ce rayonnement atteint-il toujours à cette même époque son maximum d'intensité? C'est ce que je vais essayer de rattacher au degré d'humidité de l'atmosphère. Je n'aurai pour cela qu'à consulter les observations faites en ballon par divers aéronautes et, en particulier, celles de M. Glaisher, qui sont les plus nombreuses et qui ont été exécutées aux plus grandes hauteurs.

» Cependant, quand on étudie ces observations, on n'y reconnaît aucune loi, et cela tient à la méthode adoptée pour exprimer l'état hygrométrique. On se contente de noter le rapport de la force élastique f de la vapeur au moment considéré à la valeur maximum F qu'elle aurait si l'air était saturé. Or ce rapport $\frac{f}{F}$ ne définit point la quantité d'humidité de l'air, car il augmente avec la pression et diminue avec la température, sans que la proportion de vapeur change. C'est une fonction complexe de la pression, de la température et de l'humidité, surtout une fonction de la température, et comme, à diverses hauteurs, la température et la pression éprouvent des variations continuelles, on ne peut déduire de la connaissance de $\frac{f}{F}$ les changements qu'éprouve l'humidité seule.

» Il faut abandonner cette notation et, de même que pour analyser l'air il faut mesurer les proportions d'oxygène, d'azote ou d'acide carbonique qu'il contient; de même il faut, pour savoir les proportions de l'humidité, chercher les poids de vapeur contenus dans un poids constant d'air sec, poids invariable quand l'air conservera son humidité et changeant quand elle variera. On peut mesurer cette proportion par le rapport de f à $H - f$ [1], qui est ce que j'ai nommé la *richesse hygrométrique*.

---

[1] Le poids d'un volume V d'air sec, pression $(H - f)$, à $t°$,

$$p = \frac{V(1,3)(H + f)}{(1 + at)760};$$

celui d'un même volume de vapeur à $t°$, sous la pression f,

$$\pi = \frac{v(1,3)f}{(1 + at)760}0,612,$$

» Heureusement, on peut calculer ce rapport d'après les données de l'expérience dans les tableaux d'observation de M. Glaisher. M. Angot a bien voulu faire exécuter ces calculs dans les bureaux de l'Observatoire météorologique. Je m'en suis servi pour tracer les courbes de la richesse hygrométrique aux diverses hauteurs. Ces courbes ne sont pas d'une régularité parfaite; elles sont cependant assez régulières pour qu'on en puisse déduire les lois générales du phénomène. J'en ai déduit les nombres suivants pour divers mois, à des altitudes croissant de 0^m à 7500^m.

Valeurs de $\frac{f}{H-f}$ *à diverses altitudes.*

Altitude.	18 avril.	16 juin.	18 août.	5 septembre.
m 0	0,00142	0,00140	0,00122	0,00135
500	114	109	130	116
1000	91	86	140	102
1500	79	69	125	92
2000	70	50	112	88
2500	60	39	100	82
3000	42	40	90	80
3500	27	46	65	72
4000	12	48	60	67
4500	1	46	55	55
5000	»	39	54	40
5500	»	39	55	29
6000	»	22	52	20
6500	»	19	50	18
7000	»	20	45	15
7500	»	20	42	10

» On reconnaît d'abord qu'à la surface du sol la richesse hygrométrique diffère peu aux divers mois de l'année; mais elle va en diminuant à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère.

» En second lieu, on constate que la diminution d'humidité décroît très lentement au 18 août, mais de plus en plus rapidement à mesure qu'on

---

d'où

$$\frac{p}{P} = \frac{f}{H-f} 0,622.$$

$\frac{f}{H-f}$ peut être pris pour mesure de proportion d'humidité; elle est indépendante de la température et de la pression.

s'éloigne de cette date. Au 18 avril, il n'y avait plus de vapeur à 3500^m, tandis qu'il en restait encore des quantités notables à 7500^m, dans tous les autres mois de l'année.

» C'est donc au mois d'avril, précisément à l'époque des gelées printanières, que la somme de vapeurs est la plus petite; et, comme la vapeur est imperméable à la chaleur, c'est à cette époque de l'année que le rayonnement nocturne doit être maximum; par contre, c'est au mois d'août qu'il doit y avoir le plus d'humidité dans les hauteurs, que les pluies doivent être le plus abondantes et les nuits le plus chaudes.

» Outre ces conclusions, qui ont leur intérêt, les réflexions précédentes montrent que la mesure de l'humidité de l'air, telle que l'on persiste à la faire par le rapport $\frac{f}{F}$, est de nature à masquer les lois de l'Hygrométrie, tandis que la détermination de la composition hygrométrique de l'air, telle que je propose de la faire, les met en évidence sans compliquer les mesures. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'inoculation préventive de la fièvre jaune à Rio de Janeiro.* Note de M. **Bouley.**

« J'ai donné, l'année dernière, communication à l'Académie [1], d'après des renseignements qui m'avaient été transmis par M. Rebourgeon, fondateur au Brésil de l'École vétérinaire de Pelotas, des résultats de premières inoculations préventives contre la fièvre jaune, pratiquées par le Dr Domingos Freire. Depuis, aucune nouvelle ne m'étant parvenue des suites données à cette expérience si intéressante, je craignais qu'elle n'eût pas répondu aux espérances que les premiers résultats avaient pu faire concevoir. Mais je viens de recevoir le numéro du 5 avril dernier d'un journal anglais, *The Rio News*, publié à Rio de Janeiro, où se trouve une lettre du Dr Domingos Freire, qui prouve que l'expérience de l'inoculation préventive de la fièvre jaune s'est continuée sur une assez grande échelle.

» Je demande à l'Académie la permission d'extraire de cette lettre le passage suivant :

« Chargé par le Gouvernement impérial de diriger les inoculations préventives pratiquées dans la cité, avec un liquide de culture atténuée, pour mettre à l'abri des dangers de contracter la fièvre jaune, j'ai fait publier dans différentes langues (portugais, allemand,

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 804.

espagnol, italien, français et anglais) des Notices sur ce sujet et les ai fait distribuer en grand nombre, partout où, suivant toutes les probabilités, elles pouvaient être le plus utiles. Cela fait, j'ai donné les instructions nécessaires à mon assistant, M. Charles Browne, pour qu'il procédât aux inoculations.

» Du 22 décembre de la dernière année au 22 mars de l'année actuelle, c'est-à-dire dans une période de trois mois, 1109 personnes de différentes nationalités, depuis l'âge d'un mois jusqu'à celui de soixante ans, ont été soumises à des injections sous-cutanées, dans la région deltoïdienne du bras, avec du liquide atténué. Toutes, un ou deux cas exceptés, ont éprouvé une élévation de température variant de 37°,5 à 40° C., de la céphalalgie frontale, des douleurs dans les articulations, une indisposition générale, et, dans quelques cas, une légère oppression épigastrique : tous symptômes qui cessèrent au bout de vingt-quatre heures et sans aucune intervention médicale.

» Dans beaucoup de cas, ces injections furent pratiquées dans les maisons mêmes où, peu d'heures auparavant, des personnes avaient été atteintes mortellement par la fièvre jaune.

» Malgré ces conditions si désavantageuses, pas un seul accident sérieux n'est survenu. Toutes ces inoculations ont été faites en ma présence et ont eu pour témoins deux médecins envoyés par le Gouvernement espagnol pour faire une étude spéciale de la maladie au Brésil. »

» Cette lettre manque sans doute de renseignements sur les effets de l'inoculation au point de vue préventif, mais elle a ce grand intérêt qu'elle prouve que la foi persiste, ce qui implique l'innocuité de l'opération et autorise à présumer qu'elle répond par son efficacité aux intentions de ceux qui en préconisent l'emploi. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Dissection d'un fœtus de Cachalot.* Note de M. **Pouchet**.

« Grâce à la munificence du Conseil municipal de la ville de Paris, grâce aussi au zèle éclairé d'amis dévoués, MM. Dabney père et fils, j'ai reçu successivement, depuis trois ans, un magnifique squelette de Cachalot mâle adulte, divers organes et des parties d'organes, spécialement de la tête, toutes étiquetées avec le plus grand soin; enfin deux fœtus, le premier long de $0^m,30$, le second long de $1^m,30$.

» Déjà mon aide-naturaliste, M. Beauregard, et moi, en étudiant les fragments d'organes de la tête, en nous reportant à quelques indications d'Alderson, avions été conduits à soupçonner que les cavités du spermaceti

pourraient bien n'être que la narine droite transformée, et nous l'avions indiqué dans une Note présentée à l'Académie le 4 août dernier.

» L'état de conservation des organes internes du fœtus de $1^m,30$ était suffisant pour nous permettre de faire, dans des conditions beaucoup plus favorables à coup sûr que chez l'adulte, l'étude complète des organes qui remplissent l'excavation cranienne; et, par suite, les fragments d'organes que nous avions déjà entre les mains nous ont permis d'étendre à l'adulte, dans une certaine mesure, notre description.

» La narine gauche ne présente rien de particulier que sa très grande longueur pour atteindre l'évent à l'extrémité de la tête. Chez notre fœtus, elle a un peu moins que le diamètre du petit doigt; elle est tapissée d'un épithélium noir, jusqu'au coude qu'elle fait pour pénétrer en bas dans la fosse nasale osseuse. Examinée à $0^m,030$ de l'évent, elle ne présente aucune glande. Elle est côtoyée en dedans, c'est-à-dire du côté de la ligne médiane, par une mince lame cartilagineuse, véritable cartilage de la cloison. En arrière, il s'épaissit un peu, s'élargit et se recourbe en forme de faucille pour rejoindre, au fond de l'excavation cranienne, le cartilage vomérien dont il paraît une dépendance. Nous retrouvons cette lame chez l'adulte, près de l'évent, large comme la main et épaisse de $0^m,005$.

» L'appareil du blanc est formé par la narine droite modifiée, transformée; il se compose essentiellement de deux grandes poches que nous désignerons sous les noms de *réservoirs postérieur* et *antérieur*.

» Le réservoir postérieur, de forme discoïde, s'appuie et semble se mouler sur le mur vertical de l'excavation cranienne, plus à droite; mais il l'occupe probablement tout entière chez l'adulte; c'est lui probablement aussi qui présente chez l'adulte, dans une région plus ou moins limitée, la structure aréolaire décrite dans notre première Note, mais que nous ne retrouvons pas sur notre fœtus. Cette paroi semble seulement riche en vaisseaux sanguins, elle est dépourvue de glandes, tapissée d'un épithélium en partie noir et en partie incolore, sans doute dans la région qui deviendra aréolaire.

» Ce réservoir communique en bas avec le réservoir antérieur; celui-ci est cylindrique, étendu sur le plancher formé par l'étalement des maxillaires, il est aussi plus à droite; son diamètre mesure trois doigts environ; sa paroi, tapissée d'un épithélium noir, est fibreuse, logeant, surtout dans la région déclive, de petites glandes espacées, à culs-de-sac peu nombreux, s'enfonçant peu profondément. Ce réservoir devient selon toute probabilité, chez l'adulte, la *boîte* où les pêcheurs puisent à seaux le blanc liquide pendant la vie.

» L'existence de ces deux poches a pour corollaire celle d'un énorme faisceau de nerfs et des vaisseaux sortant par un canal que présente l'os incisif droit et qu'on ne retrouve pas à gauche. Signalons, pour compléter la description des organes de l'excavation, un muscle considérable, à faisceaux musculaires dissociés dans une gangue graisseuse, et qui paraît destiné à l'évent; enfin une masse fibreuse et adipeuse que les pêcheurs désignent sous le nom de « cheval blanc » (*white horse*), sans doute à cause de sa couleur et parce qu'elle a le volume du corps d'un cheval.

» Au point de vue des homologies de l'appareil du blanc, on peut considérer le réservoir postérieur comme répondant à la région de la narine qu'on trouve chez le Marsouin et le Dauphin couverte de cryptes, et qui serait chez le Cachalot reportée en haut, dilatée. Le réservoir antérieur répondrait de son côté à la région tapissée d'épithélium noir de la narine gauche. En tous cas, cette narine droite, si modifiée qu'elle soit, reste ouverte à ses deux extrémités. En arrière, elle se prolonge par un conduit né du point de jonction des deux réservoirs, conduit qui s'enfonce dans la fosse nasale osseuse plus étroite de ce côté, et va s'ouvrir avec l'autre narine au-dessus du voile du palais. La communication, réduite sur notre fœtus au volume d'une petite plume d'oie, persiste certainement chez l'adulte, comme l'indique la persistance de la fosse nasale elle-même. Alderson semble d'ailleurs l'avoir entrevue, et c'est elle qui a fait croire sans doute à des canaux du blanc, s'étendant au loin dans le corps de l'animal.

» La trompe d'Eustache droite, qui devrait normalement s'ouvrir dans cette région de la narine, a disparu. Les deux oreilles se trouvent donc, chez le Cachalot, dans une imparité fonctionnelle qui constitue un fait physiologique entièrement nouveau.

» En avant, cette narine droite transformée communique avec l'extérieur, indirectement; elle communique avec un sac nasal, qui s'ouvre lui-même dans l'évent, par un orifice où l'on peut chez l'adulte passer la main. Ce sac, analogue à ceux qu'on connaît chez le Dauphin et le Marsouin, occupe chez le Cachalot tout le devant de la tête sous la peau. Largement incisé chez notre fœtus, ce sac laisse voir deux lèvres transversales qu'on ne peut mieux comparer qu'à celles d'un jeune singe anthropomorphe avec leur bourrelet à peine marqué, et leur sillon uniforme sur lequel tombent quelques plis perpendiculaires. La fente, longue de $0^{m},06$, de cette espèce de « museau de singe », est la terminaison épanouie en éventail d'un conduit aux parois adossées, qui va d'abord se rétrécissant, puis se continue plus loin par la cavité même du réservoir antérieur.

» Chez l'adulte ce *museau de singe* atteint, on le conçoit, des dimensions gigantesques. Chaque lèvre est plus grosse que le bras d'un homme. Chacune présente en dedans, sur sa surface de contact, une lame cornée, blanche au milieu de l'épithélium noir, large de $0^m,01$ et parfaitement lisse. Cette lame s'affronte exactement avec celle de la lèvre opposée, et l'occlusion, surtout à cause de la rigidité des parties, doit être hermétique.

» En résumé, l'appareil anatomique qui fournit le blanc de baleine est simplement la narine droite du Cachalot, profondément modifiée, dilatée en deux réservoirs, mais ayant gardé toutes ses connexions, maintenue plus ou moins close par des puissances musculaires ou automatiques, et remplie d'un produit de sécrétion spécial.

» J'ai dû encore à l'amitié de MM. Dabney un litre environ de blanc tel qu'on l'extrait de la *boîte*. L'échantillon est d'une grande pureté, il se sépare à la température de 15°, par moitié à peu près, en spermaceti cristallisé et en une huile limpide, tout à fait incolore. Certaines considérations d'anatomie générale nous font hésiter à rapporter cette production si abondante de blanc aux rares petites glandes dont nous avons signalé l'existence dans le réservoir antérieur. Bien que nous n'ayons trouvé jusqu'ici aucun organe glandulaire, acineux ou clos, dans le réservoir postérieur, nous n'inclinons pas moins à y placer le siège de la sécrétion, sans pouvoir toutefois alléguer aucune raison décisive. L'importante fonction dont nous venons de décrire l'appareil reste donc un problème physiologique qui appelle de nouvelles recherches. Il faut en attendre la solution de circonstances encore plus heureuses que celles où nous étions placé et dont nous restons profondément reconnaissant à tous ceux qui les ont fait naître. »

PHYSIOLOGIE. — *De la protubérance annulaire comme premier moteur du mécanisme cérébral, foyer ou centre de la parole, de l'intelligence et de la volonté*. Note de M. **Bitot**.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Mes travaux en cérébrologie m'ont fait soutenir, dans plusieurs Mémoires, que la troisième circonvolution frontale gauche n'est pas, comme on le croit généralement, le siège ou centre de la parole. Ne se trouvant pas là, ce centre devait exister ailleurs, puisque la réalité d'un

faisceau moteur chargé spécialement de servir de porte-voix à cette faculté n'est pas discutable.

» J'ai pensé que l'examen bien attentif des faits cliniques dont la Science est en possession me le ferait découvrir dans la protubérance annulaire. Les troubles produits parfois par les maladies dans cette région semblaient l'indiquer. Si je ne me fais illusion, mes prévisions n'ont pas été trompées. Mais à cette découverte que je poursuivais est venue s'en joindre une autre à laquelle j'étais loin de penser au commencement de mes recherches. J'entends le centre des autres facultés supérieures.

» Je ne me dissimule pas qu'en tenant un semblable langage, je heurte l'opinion universelle, qui n'a jamais vu que le cerveau pour servir de domaine exclusif à l'intelligence et à la volonté. Il est loin de ma pensée de vouloir enlever à cet organe le rôle qui lui revient; mais ce que j'ose me permettre de soutenir, c'est que ce rôle est physiologiquement secondaire et que la primauté appartient à la protubérance annulaire, en ce sens qu'elle est centre, foyer ou premier moteur, tandis que le cerveau n'est qu'une périphérie chargée de recueillir les impressions.

» Pour enlever à ma thèse ce qu'elle paraît avoir de trop étrange, je dois faire remarquer que les expérimentateurs et les cliniciens accordaient déjà à la protubérance des propriétés à part. Aujourd'hui on la considère comme une transition ménagée entre les centres médullaires et ceux des hémisphères cérébraux.

» Les impressions sensitives perçues par la protubérance peuvent provoquer des mouvements complexes sans la participation du cerveau, sans l'intervention de la volonté. Elle serait le siège de sensations brutes incapables de se transformer en idées.

» Il y a quarante-cinq ans, Gerdy, contrôlant les expériences de Flourens, avait été plus loin en déclarant qu'il résultait de ses expériences personnelles sur l'encéphale que la perceptivité et la volonté siégeaient à la fois dans le cerveau et la protubérance. C'était un pas vers la vérité. Mais Gerdy a laissé son expérimentation inachevée. Il ne suffisait pas, en effet, pour apprécier la difficulté tout entière, de savoir seulement ce que l'ablation du cerveau, avec conservation de la protubérance, faisait perdre à l'intelligence : il fallait aussi constater ce qu'elle perdrait *par le fait de la destruction totale ou partielle de la protubérance, avec conservation du cerveau.*

» Magendie, cependant, avait expérimenté sur la protubérance, mais il n'avait attaqué que ses parties latérales, il avait négligé la ligne médiane ou raphé. Il y a donc lieu de se livrer à de nouvelles expériences en agissant sur les organes dans un ordre inverse à celui qu'on a suivi jusqu'ici.

» De leur côté, les pathologistes, mettant à profit les troubles consécutifs aux lésions les plus propres à localiser les actes auxquels la protubérance annulaire préside, sont arrivés à formuler l'enseignement suivant : l'hémorrhagie protubérantielle peut donner lieu à tous les phénomènes de l'apoplexie foudroyante, *à la condition que tous les faisceaux sensitifs ou moteurs soient lésés, condition qui anéantirait en même temps toute autre manifestation de la vie;* ou bien, que le coup, sans avoir une aussi grande étendue, coïncide avec une lésion de telle ou telle partie des hémisphères cérébraux.

» Ainsi, la protubérance n'entrerait dans le concert que comme un organe de sensibilité et de mouvement. Bref, la Physiologie était en avance sur la Pathologie.

» Or l'examen approfondi des faits cliniques me conduit à affirmer que la protubérance fait partie essentielle de l'économie, non seulement physiologique, mais encore intellectuelle du cerveau; que, sans l'une des parties qui la constituent, la portion moyenne de son raphé ou ligne médiane, l'intelligence n'existe pas; que, dans ce point, il se trouve un centre ou nœud intellectuel, au même titre que le bulbe rachidien, par exemple, contient le centre ou nœud respiratoire.

» Ces faits cliniques, au nombre de trente-cinq, c'est-à-dire tous ceux qu'il m'a été donné de rassembler, m'ont conduit aux conclusions et aux corollaires qui suivent :

» 1° Les lésions bornées à l'un des côtés de la protubérance annulaire, par conséquent avec conservation du raphé, tout en détruisant la sensibilité et la motricité, à part ou ensemble, peuvent retentir en même temps sur la parole et l'intelligence, mais ce dernier trouble n'est que transitoire.

» 2° Les destructions très étendues de la protubérance annulaire, embrassant le raphé, coïncident *constamment* et *absolument* avec la perte de la parole et de l'intelligence.

» 3° La destruction unilatérale, grande ou petite, qui envahit la portion centrale du raphé produit toujours successivement la perte de la parole et de l'intelligence.

» 4° Les lésions même *très limitées* de la protubérance annulaire, *pourvu qu'elles soient situées sur son centre,* détruisent la parole et l'intelligence.

» 5° Les lésions qui embrassent toute la protubérance, *moins le raphé,* n'entraînent pas à leur suite la perte de la parole et de l'intelligence.

» 6° On ne doit pas recourir au voisinage du centre bulbaire (respiration et circulation) pour expliquer la mort produite par la lésion du centre

protubérantiel. Cette dernière n'anéantit immédiatement que l'intelligence et respecte la vie végétative, au moins un certain temps, tandis que la lésion du centre bulbaire fait tout cesser instantanément, elle foudroie.

» 7° L'existence du centre ou foyer intellectuel dans la protubérance annulaire implique la négation des localisations psychiques dans l'écorce cérébrale. Centre pour les organes des sens, cette écorce n'est que périphérie pour la protubérance annulaire, comme le poumon pour le bulbe.

» Le cerveau, comme le poumon, peut être profondément altéré sans qu'il en résulte une atteinte mortelle pour le centre. Le centre ou foyer prime la périphérie. Dès lors il n'y a plus lieu de s'étonner qu'après une apoplexie cérébrale quelconque, ou bien la destruction traumatique ou pathologique d'un bloc cérébral, l'intelligence puisse quelquefois, c'est-à-dire quand la commotion n'a pas été trop forte, reprendre son exercice habituel. Seule la destruction de la partie centrale du raphé protubérantiel annéantit l'intelligence *subitement, absolument, sans retour.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **Gréhant** et **Quinquaud** adressent au Concours des prix de Médecine et Chirurgie de la fondation Montyon les travaux suivants :

1° Mesure de la pression nécessaire pour déterminer la rupture des vaisseaux sanguins.

2° Recherches de physiologie pathologique sur la respiration.

3° Nouvelles recherches sur le lieu de formation de l'urée.

4° L'urée est un poison. Mesure de la dose toxique dans le sang.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Em. Isaac** adresse pour le Concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) un Mémoire de Géométrie intitulé : « Théorie des parallèles comprenant la démonstration du postulatum d'Euclide ».

(Renvoi à la Commission.)

L'Académie reçoit, pour le Concours du prix Bordin de 1885 (De l'origine de l'électricité dans l'atmosphère, etc.), un Mémoire de M. **Th. Jole**, une Note de M. **R. Röttger**.

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures de M. *G. Capellini* intitulées : « Resti fossili di Dioplodon e Mesoplodon » et « Del zifioide fossile (Choneziphius planirostris) scoperto nelle sabbie plioceniche di Fangonero presso Siena ». (Présentées par M. Gaudry.)

2° Un Ouvrage de M. *J. Luvini*, en italien et en français, intitulé : « Sept études sur l'état sphéroïdal, les explosions des machines à vapeur, les trombes, la grêle, l'électricité atmosphérique, la réfraction latérale, l'adhésion entre les liquides et les solides ». (Renvoi au concours Bordin.)

3° Des Leçons cliniques de M. *L.-A. de Saint-Germain* sur la Chirurgie orthopédiqne. (Renvoi au concours de Médecine et Chirurgie.)

3° Une brochure portant pour titre : « Topographie comparée des côtes de l'Océan et de la Manche, par M. *J. Girard* ». (Renvoi au concours du prix Delesse.)

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Influence du roulis sur les observations faites à la mer avec le cercle à niveau de mercure de M.* Renouf. Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Mouchez.

« M. Mouchez ayant bien voulu m'engager à examiner de nouveau l'influence du roulis sur le cercle à niveau de mercure de Renouf, déjà étudiée par M. Guyou, professeur à l'École navale, dans un Mémoire publié par la *Revue maritime*, j'ai été conduit à envisager le problème de Mécanique suivant :

» *Un tube annulaire, à moitié rempli de mercure, se trouve dans un plan vertical, et il est soumis à un mouvement oscillatoire de faible amplitude, autour d'un axe perpendiculaire à son plan. On suppose les dimensions de l'anneau très petites relativement à la distance* a_0, *qui sépare son centre du centre d'oscillation; la position moyenne de la droite, qui joint ces deux points, fait un angle* A_0 *avec l'horizon. Etudier les petites oscillations du liquide dans le tube.*

» Je considère le mouvement du liquide relativement au système d'axes rectangulaires situés dans le plan de l'anneau et ayant le centre de l'anneau pour origine; l'un des axes est horizontal, l'autre est vertical, dirigé

suivant la pesanteur. Dans le mouvement relatif considéré, les liaisons ne dépendent que des coordonnées relatives aux axes mobiles, et l'on peut appliquer le principe des forces vives en supposant chaque molécule soumise à son poids mg et à la force fictive égale et de sens contraire à celle qui produirait le mouvement d'entraînement; les composantes de la force fictive sont désignées par $-mX_e$ et $-mY_e$, en faisant pour le point (a, A) de l'anneau

$$X_e = \frac{d^2}{dt^2} a\cos\left(A + \alpha\sin\frac{\pi t}{T}\right) = -a\left(\frac{\alpha\pi}{T}\right)^2 \cos\left(A + \alpha\sin\frac{\pi t}{T}\right)\cos^2\frac{\pi t}{T} + a\alpha\left(\frac{\pi}{T}\right)^2 \sin\left(A + \alpha\sin\frac{\pi t}{T}\right)\sin\frac{\pi t}{T},$$

$$Y_e = -\frac{d^2}{dt^2} a\sin\left(A + \alpha\sin\frac{\pi t}{T}\right) = +a\left(\frac{\alpha\pi}{T}\right)^2 \sin\left(A + \alpha\sin\frac{\pi t}{T}\right)\cos^2\frac{\pi t}{T} + a\alpha\left(\frac{\pi}{T}\right)^2 \cos\left(A + \alpha\sin\frac{\pi t}{T}\right)\sin\frac{\pi t}{T}.$$

» Le principe des forces vives donne

$$\sum mv\frac{dv}{dt} = \sum mg\frac{dy}{dt} - \sum m\left(X e\frac{dx}{dt} + Y e\frac{dy}{dt}\right).$$

On va déduire de là une équation différentielle définissant le mouvement du milieu de la colonne liquide. Soient r le rayon de l'anneau, θ l'angle avec la verticale du rayon allant au milieu de la colonne (le même rayon passe par son centre de gravité); posons encore

$$\frac{2gT^2}{\pi^3 r} = n^2, \quad \frac{a_0}{\pi r}\alpha\cos A_0 = \beta, \quad -\frac{a_0}{\pi r}\alpha\sin A_0 + \alpha = f, \quad -\frac{a_0}{\pi r}\alpha^2\cos A_0 = h;$$

finalement prenons comme nouvelle variable $\frac{\pi t}{T} - \frac{\pi}{2}$, et désignons-la encore par t. On trouvera, après quelques calculs, l'équation différentielle

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + (n^2 - 2\beta\cos t)\theta = 2f\cos t + 2h\cos 2t,$$

où, dans le second membre, on a négligé seulement les termes du troisième ordre en α et θ comme θ^3, $\alpha\theta^2$, ... M. Poincaré a indiqué une méthode pour étudier les équations de cette forme (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 793), déjà rencontrées par MM. Gyldén et Lindstedt dans des recherches sur la théorie des perturbations. Dans le cas présent, il suffit de faire les remarques suivantes :

» 1° L'intégrale générale de l'équation sans second membre a la forme

$$Ce^{imt}f(t) + C'e^{-imt}f(-t), \quad i=\sqrt{-1},$$

le nombre m est très peu différent de n et a pour valeur approchée $n\left(1-\frac{\beta^2}{4n^4}\right)$; $f(t)$ est une fonction périodique de période 2π.

» 2° L'intégrale générale de l'équation complète aura la forme

$$Ce^{imt}f(t) + C'e^{-imt}f(-t) + \mathcal{F}(t),$$

$\mathcal{F}(t)$ étant susceptible d'être représentée par une série, telle que

$$\mathcal{F}(t) = A_0 + A_1 \cos t + A_2 \cos 2t + \ldots.$$

En substituant $\mathcal{F}(t)$ dans l'équation différentielle, négligeant A_3 et les coefficients suivants, adoptant comme données moyennes $T^2 = 30$ (T va à 5^s ou 6^s pour les grands navires), $a_0 = 6^m$, $A_0 = 30^\circ$, $r = 0^m,2$, α(en arc)$\leq 0,1$, on aura, à des fractions près de la minute d'arc,

$$A_0 = 0, \quad A_1 = \frac{2f}{n^2-1}\left(\text{environ } \frac{1}{10}\alpha\right), \quad A_2 = \frac{2h}{n^2-4}\left(\text{environ } \frac{1}{5}\alpha^2\right).$$

Maintenant le fait essentiel à noter est la différence de nature entre les oscillations dues surtout à la pesanteur et celles produites par le mouvement d'entraînement du tube; relativement aux premières, à cause de la grandeur de n, celles-ci sont comme des oscillations à longue période. Nous les considérerons seules, de sorte que le mouvement moyen du centre de la colonne liquide peut être représenté par la formule

$$\theta = A_1 \sin\frac{\pi t}{T} - A_2 \cos\frac{2\pi t}{T},$$

en revenant à la variable d'abord employée.

» Le navire exécutant, sous l'influence du roulis, des oscillations pendulaires, la *verticale apparente* (déduite de la lecture des extrémités de la colonne liquide) doit donc avoir un mouvement oscillatoire de même période; la verticale dévie du côté où le navire penche, et la déviation (quand on prend seulement le premier terme) peut atteindre le dixième de l'inclinaison. Il y aurait donc certaines précautions à prendre dans l'usage de cet instrument, si l'expérience confirme la théorie ci-dessus, pour qu'on pût utiliser, dans tous les cas, les indications du niveau. Le fait d'une petite correction à ajouter aux résultats bruts ne détruit pas la valeur de l'instrument. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La planète Saturne en* 1885. Note de M. **E.-L. Trouvelot.**

« Les observations sur Saturne qui font le sujet de cette Note ont été faites à l'aide du réfracteur de 0,22 de l'observatoire de Meudon et, selon la qualité de l'image, je me suis servi de grossissements variant de 293 à 460.

» *Anneau* A. — La division d'Encke occupait encore, cette année, la position rapprochée de la division de Cassini que je lui reconnaissais pour la première fois le 15 février 1884. Seulement, le 13 et le 22 février, elle avait rétrogradé sur l'anse orientale, et occupait à peu près le milieu de l'anneau; mais alors elle avait perdu sa netteté, et apparaissait comme une bande grisâtre très diffuse sur ses bords, qui se fondaient de chaque côté dans les parties environnantes.

» Outre ces changements de position, cette division a aussi subi des variations de largeur et d'intensité très remarquables. Ainsi, le 13 février, elle était large et assez fortement marquée sur l'anse occidentale, tandis qu'elle était étroite et très faible sur l'anse opposée. Les 21 et 22 janvier, sa largeur et sa force étaient à peu près les mêmes sur les anses opposées. Les 3, 13, 18 et 22 février, elle était beaucoup plus fortement marquée sur l'anse ouest, tandis que les 7, 10, 16, 26, 28 mars et les 1er, 4 et 12 avril elle était au contraire plus foncée sur l'anse est. Le 7 mars, elle était nette, étroite et fortement marquée à l'est, tandis qu'à l'ouest, où elle était si accentuée le 22 février, on la distinguait à peine. Le 12 avril, elle était fortement marquée sur chaque anse et était reconnaissable sur un arc beaucoup plus étendu que dans les autres observations.

» La zone étroite qui sépare la division d'Encke de celle de Cassini m'a paru, en général, moins brillante cette année que l'année dernière. Cette zone a aussi montré des variations d'éclat et de largeur se produisant tantôt sur une anse, et tantôt sur l'anse opposée. Ainsi, le 13 et le 22 février, elle paraissait beaucoup plus large sur l'anse orientale, et se fondait doucement dans la division d'Encke qui occupait alors le milieu de l'anneau. Le 3 et le 6 janvier elle était plus lumineuse à l'est; le 21 janvier, elle l'était également sur chaque anse, tandis que les 13, 18 et 22 février elle était plus brillante à l'ouest. Le 7 mars, elle était de même force sur chaque anse, mais les 1er, 4 et 12 avril elle était plus brillante à l'est.

» *Anneau* B. — La zone intérieure et sombre de l'anneau B a aussi montré des fluctuations très caractéristiques. Ainsi, les 3, 6 et 21 janvier, et les 3, 13, 18 et 22 février, elle était beaucoup plus sombre sur l'anse occidentale. Le 7 mars, au contraire, elle était plus sombre à l'est. Les 10, 15, 16, 21 et 26 mars, et les 4 et 12 avril, elle était très faible et à peu près d'égale force sur les anses opposées, mais aux deux dernières dates elle était si faible qu'elle était à peine reconnaissable.

» *Anneau* C. — Sur l'anneau crépusculaire, j'ai aussi observé des variations certaines et très marquées. Ainsi, les 3, 6 et 12 janvier, et les 3 et 13 février, cet anneau était plus lumineux sur l'anse orientale que sur l'anse opposée, tandis que les 7, 10, 13, 14, 15 et 16 mars il était visible à l'ouest. Les 21, 26 et 28 mars et le 1er avril, il était redevenu plus brillant sur l'anse orientale que sur l'anse opposée; tandis que les 7, 10, 13, 14 et 16 mars, il était au contraire plus visible à l'est, quand le 4 avril, c'est sur le côté opposé qu'il était le plus lumineux. Le 12 avril, il était également visible sur les deux anses, mais les 20 et 21 avril, c'est sur l'anse ouest qu'il se distinguait le plus facilement. Le 13 février, cet anneau paraissait un peu rougeâtre. Le 7 mars, il paraissait uniformément éclairé sur toute la largeur de l'anse ouest, tandis qu'à l'est, il l'était inégalement, et seulement sur sa bordure intérieure; de sorte que la partie non illuminée formait sur cette anse une espèce de croissant sombre que j'ai déjà observé auparavant. Le 26 mars, les phénomènes sont transposés, et c'est sur l'anse ouest que l'on voit la bordure lumineuse et le croissant sombre; seulement sur l'anse est, la bordure de l'anneau est diffuse, tandis que le 7, elle était nettement détachée sur le ciel. Le 4 et le 12 avril, l'anneau est plus visible et plus lumineux sur l'anse occidentale, tandis qu'à l'est où il est plus sombre et irrégulièrement illuminé, il est comme tacheté de masses sombres et de masses un peu lumineuses.

» La partie de l'anneau C qui passe devant le globe saturnien m'a paru très pâle, très diffuse et mal définie sur son bord intérieur. L'anneau était très diaphane, et on reconnaissait aisément le limbe de la planète à travers lui sur toute sa largeur. Le 13 février, le limbe ouest du globe se voyait beaucoup mieux à travers l'anneau C que le limbe opposé et, chose remarquable, l'anneau nébuleux paraissait très sombre, et se distinguait à peine sur l'anse occidentale, précisément là où l'on reconnaissait le plus facilement le limbe à travers. Ceci conduit à supposer que les particules réfléchissantes qui composent cet anneau étaient plus rares sur l'anse ouest, et que, par conséquent, l'anneau était plus diaphane sur ce côté.

» *Ombre portée par le globe sur l'anneau B.* — L'ombre portée par le globe de Saturne sur l'anneau B se présentait encore cette année avec la forme angulaire que je lui reconnaissais l'année dernière. Cette forme angulaire, que j'avais soupçonnée le 21 janvier, et revue un peu plus distinctement les 22 et 23 du même mois, ainsi que le 3 février, a été reconnue avec toute évidence les 13, 18 et 22 février, ainsi que les 7, 10, 14, 15, 16, 17 et 26 mars. Seulement, il est évident que sa position sur l'anneau B n'est plus la même, et qu'elle s'est notablement rapprochée de l'anneau C depuis la fin de mars 1884. Alors sa distance de la division de Cassini était égale à peu près au tiers de la largeur de l'anneau B, tandis qu'aux dates citées elle était égale aux deux tiers de cette largeur, et son sommet se trouvait exactement sur la ligne de séparation formée par la rencontre de la zone sombre intérieure et de la zone médiane de cet anneau. Il est certain que, l'année dernière, la forme angulaire de l'ombre occupait une position plus rapprochée de la division cassinienne. Les 1er, 4 et 12 avril dernier, malgré tous mes efforts, il me fut impossible de saisir de trace de la forme angulaire de l'ombre; néanmoins, le 20 avril, je lui reconnaissais encore cette même forme; alors elle me semblait plus rapprochée de la division de Cassini; mais il me fut impossible de m'assurer positivement s'il en était ainsi. Le 21, je reconnaissais avec assez de certitude qu'elle avait de nouveau changé de position et était retournée où je l'observais en 1884. L'ombre était aussi visible à l'ouest du pôle sud, où elle formait une marque noire triangulaire très petite sur l'anneau B, tout contre la division de Cassini.

» *Globe de Saturne.* — Les changements observés sur le globe de Saturne ont été peu nombreux cette année, et, à part la diminution d'intensité de couleur de la calotte polaire sud, vers le commencement de février, et l'élargissement et l'accroissement d'éclat de la zone qui lui est contiguë, survenus le 9 mars, je n'ai remarqué rien autre chose sur ce globe qui mérite d'être mentionné.

» Ces observations, comme on le voit, apportent un nouvel appui et confirment pleinement les conclusions où nous étions arrivés dernièrement, c'est-à-dire à la variabilité des anneaux de Saturne.

» Je profiterai de cette occasion pour corriger une erreur de citation qui m'a été signalée avec beaucoup de bienveillance par le Rév. T.-W. Webb, et pour lui offrir tous mes remerciements. Dans mon Mémoire *Sur la variabilité des anneaux de Saturne*, publié dans le *Bulletin astronomique*, il est dit à la seconde page que, le 26 juin 1780, sir W. Herschel reconnaissait une

bande sombre sur l'anse occidentale de l'anneau A ; or, c'est sur l'anneau B que l'éminent observateur a reconnu cette bande. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la vérification des lois des vibrations des lames circulaires.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« D'après la théorie mathématique des plaques circulaires vibrantes, le nombre n des vibrations d'une plaque de ce genre, d'épaisseur e, de diamètre d, est exprimé par

$$n = k\frac{e}{d^2}, \tag{1}$$

formule où k est un coefficient caractéristique de la substance du disque, fonction de sa densité et de son coefficient d'élasticité.

» Comme je l'avais fait dans un précédent Travail pour des lames rectangulaires allongées (voir *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 803 et 911), j'ai dû, en vue de recherches téléphoniques, voir s'il était possible de déterminer k, pour des disques minces en fer ou en acier, avec une approximation suffisante pour construire des disques donnant le son calculé d'avance d'après leurs dimensions.

» J'ai opéré d'abord sur des disques en fer doux de $1^{mm},5$ et 1^{mm} d'épaisseur. L'épaisseur était mesurée aussi exactement que possible; le diamètre très exactement, et le nombre de vibrations de chaque disque, dont le mouvement était entretenu électriquement par une méthode identique à celle déjà employée pour les lames rectangulaires, était enregistré par un électro-aimant sur le cylindre d'un chronographe. Le disque était d'ailleurs *posé* sur trois pointes en liège ou en moelle de sureau, formant les trois sommets d'un triangle équilatéral inscrit dans la ligne nodale circulaire correspondant au premier harmonique : cette ligne dont le rayon est, d'après la théorie, les 0,68 du rayon du disque, reste immobile quand le disque vibre sous l'action du pôle de l'électro-aimant placé au-dessous de son centre.

» En ce qui concerne la loi des diamètres, à épaisseur égale, la formule (1) ne se vérifie qu'avec des erreurs relatives beaucoup plus considérables que celles qui peuvent résulter des mesures de d et de n, erreurs qui ne dépassent certainement pas $\frac{1}{500}$. En voici, entre autres, un exemple pour des disques de $0^{m},20$ de diamètre réduits à $0^{m},15$:

	e.	d.	n.	$\frac{n'}{n}$.	$\frac{d^2}{d'^2}$.	Différences.	Erreurs relatives.
	mm	cm					
Disque n° 1...	1,5	20,1	309,2	....	....	....	....
» 1'..	»	15,07	516,2	1,67	1,78	0,11	0,06
Disque n° 2...	0,96	20,1	167,95	....	....	....	....
» 2'..	»	15,05	307	1,83	1,78	0,05	0,03

» Les résultats ne sont pas meilleurs quand on considère la loi des épaisseurs à diamètre égal.

» En réduisant l'épaisseur des disques au-dessous de 1^{mm}, les résultats sont plus défectueux encore.

» On pouvait espérer de meilleures vérifications avec des plaques d'acier.

» Le Tableau suivant est relatif à des disques découpés dans des lames d'acier fondu de qualité supérieure, laminé et recuit entre les laminages successifs, avec beaucoup de soin, en vue de ces expériences.

Numéros.	Épaisseur e.	Poids p.	Rapports des poids $\frac{p'}{p}$.	Sons.	Rapports des nombres de vibrations $\frac{n'}{n}$.	Densités calculées.	Différences entre $\frac{n'}{n}$ et $\frac{p'}{p}$.
	mm	gr					
1.......	1,01	64,01		Si♭$_3$ — 1 comma		7,91	
2......	1,01	64,20	1,003	Id.	1,000	7,93	−0,003
3.	1,013	64,42	1,006	Si♭$_3$	1,013	7,93	+0,007
4.......	1,025	65,11	1,017	La♯$_3$	1,025	7,93	+0,008
5.......	0,694	43,81	»	Fa$_3$	»	7,88	»
6.......	0,693	43,95	1,003	Fa♯$_3$	1,068	7,92	+0,07
7	0,698	44,03	1,005	Ré$_3$ + 1 comma	0,854	7,87	−0,16
8.......	0,707	44,82	1,023	Mi$_3$ + 1 comma	0,962	7,91	−0,06
9	0,503	32,08	»	Ré$_3$	»	7,96	»
10.......	0,507	32,37	1,009	Ré♯$_3$	1,068	7,97	+0,06
11.. ...	0,509	32,72	1,020	Ré$_3$ — 1 comma	0,988	8,02	−0,03
12.......	0,519	33,07	1,031	Si♭$_2$	0,790	7,95	−0,24

» Les épaisseurs résultent de huit mesures concordantes, faites en huit points de chaque plaque. Les vibrations n'ont pas été enregistrées, les premiers essais ayant montré une telle discordance avec la théorie, qu'il a paru très suffisant d'évaluer les sons à l'oreille, par comparaison avec des diapasons bien accordés, car ces évaluations ne sont certainement pas erronées d'un comma, c'est-à-dire d'environ 0,01.

» Chaque série de quatre plaques de même épaisseur étant prise dans la même bande d'acier, la densité devait y être très sensiblement la même,

ce qui a lieu en effet. Dans ces conditions, d'après la théorie, si le coefficient d'élasticité ne varie pas pour les disques d'une même série, le rapport des nombres de vibrations doit être le même que celui des poids. La différence entre ces rapports est inscrite dans la dernière colonne du Tableau : on voit que, sauf pour la première série de disques, qui ont 1^{mm} d'épaisseur, cette différence est véritablement considérable et, dans certains cas (disques nos 6, 7, 12), dépasse certainement toute prévision.

» Il n'en est pas de même lorsque les plaques circulaires ont une épaisseur supérieure à 1^{mm}. Voici, en effet, les résultats d'expériences effectuées sur des disques de 100^{mm} de diamètre, découpés dans une même plaque d'acier et réduits à des épaisseurs de 6^{mm}, 5^{mm}, 4^{mm}, 3^{mm} et $1^{mm},50$ (1). Comme, avec des épaisseurs pareilles, le son du premier harmonique est très difficile à obtenir simplement, on a comparé les sons émis par les disques fixés par leur centre et frappés vers le milieu du rayon.

Numéros.	Épaisseurs e.	Sons n.	$\frac{e'}{e}$.	$\frac{n'}{n}$.	Différences.	Erreurs relatives.
1	mm 1,50	Sol_3	»	»	»	»
2	3,05	Sol_4	2,03	2,00	−0,03	0,015
3	3,97	Ut_5	2,65	2,67	+0,02	0,007
4	5,01	Mi_5	3,34	3,37	+0,03	0,009
5	6,02	Sol_5	4,01	4,00	−0,01	0,003

» Chacun des nombres de la deuxième colonne est la moyenne de huit observations très concordantes.

» De la comparaison des deux Tableaux ci-dessus, on est en droit de conclure que la vérification de la loi $n = K\frac{e}{d^2}$, en ce qui concerne les épaisseurs, est d'autant plus exacte que les épaisseurs sont plus grandes.

» Dans une prochaine Communication, j'examinerai la cause du désaccord qui se manifeste dans les plaques minces entre la théorie et l'expérience. »

(1) Ces épaisseurs étant entre elles dans les rapports successifs 2, $\frac{4}{3}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{6}{5}$, les sons correspondants devaient former la série suivante d'intervalles : octave, quarte, tierce majeure, tierce mineure, dont l'oreille apprécie la justesse avec une extrême exactitude. L'appréciation a même été d'autant plus facile que, par un hasard singulier, le son le plus grave (n° 1) était exactement un sol_3, de sorte que les autres étant sol_4, ut_5, mi_5, sol_5 ont pu être comparés directement aux sons d'une série de diapasons bien accordés : cela permet d'affirmer l'exactitude des nombres de la cinquième colonne du Tableau.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la production d'étincelles d'induction de températures élevées et son application à la spectroscopie.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cornu.

« J'ai montré dans une Communication antérieure que l'on pouvait obtenir des spectres d'arc électrique, en employant l'étincelle d'induction fournie par une bobine à gros fil inducteur et induit (¹). J'ai trouvé que l'on pouvait aussi les obtenir au moyen des bobines ordinaires à fil fin.

» Il m'a semblé en effet que la température de l'étincelle d'induction dépendait presque uniquement de l'intensité de l'extra-courant de rupture du circuit inducteur et de la réduction plus ou moins complète de l'étincelle formée à cette rupture, par les condensateurs placés sur le circuit inducteur aux bornes de l'interrupteur, condensateurs employés, comme on sait, pour la première fois, dans ce but, par M. Fizeau. Son énergie paraît ainsi passer dans l'étincelle induite, en sorte que, pour avoir cette dernière aussi chaude qu'on le voudra avec une bobine quelconque, on n'a qu'à augmenter l'extra-courant de rupture, en faisant croître l'intensité du courant excitateur, en ayant soin d'ajouter aux bornes de l'interrupteur des condensateurs appropriés pour réduire l'étincelle à une valeur convenable.

» J'ai estimé la température relative des étincelles en les faisant éclater sur des mèches de platine imprégnées de solutions convenables, suivant un procédé que j'ai indiqué antérieurement (²).

» Les bobines examinées dans ces expériences donnaient des étincelles de 180^{mm} à 6^{mm}. Les unes étaient montées en fil induit et inducteur de gros diamètre, les autres étaient semblables de tous points à celles dont on fait usage couramment, une enfin de petite dimension donnant 6^{mm} d'étin-

---

(¹) La bobine à gros fil, dont j'ai donné la description (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1022), est construite en fil inducteur de 4^{mm} et non de 1^{mm}, comme cela a été indiqué par erreur dans la Note précitée.

(²) Ainsi avec une solution de fluorure de titane on peut observer séparément le spectre de l'hydrogène et les bandes de l'azote, un spectre de bandes nébuleuses dû au titane, de bandes et raies simultanément, ou enfin de raies seules qui correspondent à des températures de plus en plus élevées. D'autres substances ne donnent pas encore leurs raies avec une étincelle qui fournit les raies du titane et exigent pour cela une étincelle plus chaude : tels sont, par ordre, les fluorures de zirconium, de tantale, les chlorures d'uranium et surtout de thorium.

celle était construite en fil induit de $\frac{1}{10}$ de millimètre et en fil inducteur de 3^{mm} pour pouvoir supporter des courants énergiques sans s'échauffer trop. La résistance de ces bobines variait de quelques centièmes à $\frac{2}{10}$ d'ohm et la force électromotrice des piles employées de à 1,6 à 7, à 8 volts. La résistance des piles a été constamment très supérieure à celle des bobines (de six à dix fois plus grande), ainsi que l'expérience en a montré la nécessité. Cela provient sans doute de ce que la résistance d'une bobine et de son interrupteur en marche est supérieure à ce que l'on mesure sur l'appareil en repos. Enfin les condensateurs employés étaient formés de feuilles d'étain empilées entre des feuilles simples de papier paraffiné. La surface totale des feuilles d'étain était de 49^{mq}.

» Les condensateurs pouvaient être fractionnés en 64 parties, et en outre de petits condensateurs de 12^{dmq}, 15^{dmq} et 40^{dmq} pouvaient s'adapter indépendamment aux bobines.

» La marche des phénomènes s'est montrée constamment identique. Les phénomènes eux-mêmes n'ont été suivis jusqu'au bout que dans le cas de bobines donnant des étincelles relativement courtes (18^{mm} et au-dessous), ce qui tient à ce que les condensateurs nécessaires pour produire un effet calorifique donné croissent rapidement avec la longueur de l'étincelle et la grosseur du fil inducteur.

» L'augmentation de température de l'étincelle ne dépend pas de l'intensité seule du courant : quand en effet l'étincelle induite a atteint sa longueur maximum, rien ne change plus ni dans la longueur de l'étincelle ni dans l'aspect des spectres produits quand on fait croître l'intensité du courant. Par contre l'étincelle de rupture croît énormément et se transforme en une sorte de flamme. Si même la force électromotrice dépasse une certaine limite, variable avec les bobines et les circonstances d'interruption, on voit l'étincelle induite diminuer.

» L'accroissement d'énergie ne dépend pas non plus de l'accroissement seul des condensateurs. Si l'on actionne une bobine par un courant assez faible pour que l'étincelle de rupture soit peu considérable et que l'on ajoute des condensateurs aux bornes de l'interrupteur, on voit l'étincelle induite décroître de plus en plus et se réduire presque à zéro si l'on en ajoute assez [1]. En même temps que ce raccourcissement se produit, on

---

[1] Les résultats consignés dans ce travail, sur le rôle des condensateurs, s'écartent en plusieurs points de ceux qui avaient été obtenus par Poggendorff (*Annalen*, t. XCIV); ce savant avait fait varier ses condensateurs entre des limites trop étroites pour observer les

reconnaît que la température de l'étincelle, à peu près fixe d'abord, finit par diminuer de plus en plus. Ainsi une étincelle de 18^{mm} de long a été réduite à moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre par un condensateur de 49^{mq} ajouté à son condensateur ordinaire de 15^{dq}, avec un courant de 4^{amp} à 5^{amp} (sur la bobine au repos).

» Si, au contraire, à mesure que l'on augmente les condensateurs on augmente aussi l'intensité du courant de façon à ramener l'étincelle de rupture à son aspect ordinaire, on voit l'étincelle induite, tout en conservant sa longueur, grossir considérablement et devenir capable d'engendrer des spectres dont elle ne donnait primitivement pas la moindre trace. Ainsi une bobine donnant des étincelles de $0^{m},006$, et qui actionnée par un courant de 5^{amp} fournit seulement les spectres les plus aisés à obtenir (Cu, Zn, Cd, Ag), fournissait déjà, avec 10^{amp} et un condensateur convenable, les spectres de ligne du titane, du niobium et un spectre de bandes du zirconium. Avec 20^{amp} elle donnait celui du tantale, de l'uranium et du thorium.

» Pour la quantité de condensateurs à ajouter, on doit, comme je l'ai dit, se régler sur l'aspect de l'étincelle de rupture. Tant qu'elle est notable, on gagne du côté de la température de l'étincelle à la réduire. Si le fil inducteur est un peu long et pas trop gros, cette réduction se fait aisément. Est-il court et gros, elle se fait mal et l'on peut voir l'étincelle induite croître en température jusqu'à réduction à une très faible longueur, parce que l'étincelle d'extra-courant garde jusque-là une intensité notable. Il est bon d'observer ici que, pour chaque bobine, l'aspect de l'étincelle d'extra-courant paraît être en rapport étroit avec la longueur de l'étincelle induite, quelle que soit d'ailleurs sa température.

» Si l'on obtient ainsi, avec de petites bobines, les mêmes spectres qu'avec des bobines à gros fil, il s'en faut de beaucoup que la quantité de lumière produite et par suite l'éclat du spectre soient aussi grands. »

---

faits que je décris ici. Le fait du raccourcissement de l'étincelle induite sous l'influence d'un condensateur exagéré était bien connu surtout des constructeurs, et M. G. Gaiffe avait même observé un accroissement simultané d'énergie dans l'étincelle, ce qui tenait à ce que, obtenant la longueur maximum d'étincelle induite, l'étincelle d'extra-courant avait une valeur notable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action simultanée de l'oxygène et des hydracides sur la sélénurée.* Note de M. A. VERNEUIL, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1154), j'ai montré que la sélénurée en dissolution dans l'acide chlorhydrique étendu donnait naissance, en présence de l'air, au chlorhydrate d'oxytrisélénurée $C^6Az^6H^{12}Se^6O^2, 2HCl$. J'annonçais que ce produit est le résultat de la première action de l'hydracide et de l'oxygène sur la sélénurée, car, abandonné dans le liquide où il s'est formé, il ne tarde pas à disparaître complètement et à être remplacé par un corps jaune bien cristallisé. Cette transformation, qui est le résultat d'une action plus prolongée de l'air et de l'acide, exige, comme la première, le concours simultané de l'acide chlorhydrique et de l'oxygène pour s'effectuer.

» Ce corps possède la formule $(C^2Az^2H^4Se^2)^2Cl^2$, comme l'indiquent l'analyse et la décomposition suivantes (¹) :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^2Az^2H^4Se^2)^2Cl^2$.
C	7,52	7,57
H	1,98	2,52
Az	17,64	17,67
Se	50,84	49,85
Cl	21,35	22,37
	99,33	99,98

» En dissolution dans l'eau, cette matière est immédiatement décomposée par les alcalis et par les carbonates de baryte et de chaux, la moitié du sélénium qu'elle contient est précipitée; le liquide retient de la cyanamide et de la sélénurée dans les rapports indiqués par l'équation ci-dessous dont tous les termes ont été isolés :

$$(C^2Az^2H^4Se^2)^2Cl^2 + 2BaO, HO$$
$$= 2Se + C^2Az^2H^2 + C^2Az^2H^4Se^2 + 4HO + 2BaCl.$$

» Je considère ce nouveau dérivé non comme un produit d'addition chloré, ainsi que la formule brute précédente tendrait à le faire supposer, mais comme étant la combinaison d'une sélénurée dichlorhydrique avec

---

(¹) Ce corps est toujours souillé d'une petite quantité de sélénium visible au microscope.

$1^{éq}$ de sélénurée, dérivé qu'on doit écrire

$$C^2Az^2H^2(HCl)^2Se^2, C^2Az^2H^4Se^2;$$

on ne peut, en effet, admettre que dans la préparation précédente l'oxygène de l'air ait porté son action sur l'acide chlorhydrique en fournissant du chlore. C'est vraisemblablement l'hydrogène de l'acide sélénhydrique qui fait partie de la molécule de sélénurée, qui donne de l'eau sous l'influence de l'oxygène et se trouve remplacé par $2^{éq}$ d'acide chlorhydrique; la sélénurée dichlorhydrique ainsi formée se combine par simple addition à $1^{éq}$ de sélénurée pour constituer le corps qui fait l'objet de cette Note.

» Cette molécule ne contenant qu'un seul équivalent de sélénurée substituée, la décomposition qu'elle subit par tous les corps qui peuvent lui soustraire de l'acide chlorhydrique s'explique nettement; particulièrement la précipitation de la moitié seulement du sélénium qu'elle contient, accompagnée de la quantité correspondante de cyanamide. La sélénurée qui reste en dissolution après la saturation représente celle qui existait dans la molécule comme équivalent d'addition.

» Le chlorhydrate d'oxytrisélénurée est la combinaison du corps précédent avec $1^{éq}$ de sélénurée, c'est-à-dire le résultat de l'union de la sélénurée dichlorhydrique avec $2^{éq}$ de sélénurée.

» On peut, en effet, le produire à l'aide de la sélénurée et du composé $C^2Az^2H^2(HCl)^2Se^2, C^2Az^2H^4Se^2$, en mélangeant dans le rapport d'équivalents égaux leurs solutions saturées et refroidissant légèrement le liquide; le chlorhydrate d'oxytrisélénurée cristallise immédiatement. Ce dernier corps contient donc son oxygène à l'état d'eau et doit être formulé

$$C^2Az^2H^2(HCl)^2Se^2(C^2Az^2H^4Se^2)^2 2HO.$$

» L'acide bromhydrique agit exactement de la même manière que l'acide chlorhydrique sur la sélénurée.

» Je n'ai pas obtenu avec l'acide iodhydrique, comme avec les hydracides précédents, l'iodhydrate correspondant au chlorhydrate d'oxytrisélénurée; il se produit immédiatement la combinaison

$$C^2Az^2H^2(HI)^2Se^2C^2Az^2H^4Se^2.$$

» En résumé, l'action de l'oxygène et des hydracides sur la sélénurée

s'opère en deux phases exprimées par les équations suivantes :

$$3C^2Az^2H^4Se^2 + 2O + 2HCl$$
$$= C^2Az^2H^2(HCl)^2Se^2, (C^2Az^2H^4Se^2)^2 2HO,$$
$$2C^2Az^2H^2(HCl)^2Se^2, (C^2Az^2H^4Se^2)^2 2HO + 2O + 2HCl$$
$$= 3C^2Az^2H^2(HCl)^2Se^2 C^2Az^2H^4Se^2 + 6HO.$$

» J'ajoute, en terminant, que le chlore et le brome agissent sur la sélénurée en dissolution aqueuse ou alcoolique en produisant les mêmes corps. Le chlorhydrate ou bromhydrate d'oxytrisélénurée d'abord précipité donne, sous l'influence d'un excès de chlore ou de brome, la combinaison formée de $1^{éq}$ de sélénurée dichlorhydrique ou dibromhydrique avec $1^{éq}$ de sélénurée. Le mode de formation précédent à l'aide de l'oxygène et de l'hydracide établit leur constitution et démontre que ce ne sont pas de véritables composés chlorés ou bromés.

» L'iode agit comme l'acide iodhydrique et l'oxygène sur la sélénurée [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composition et chaleur de combustion d'une houille de la Ruhr.* Note de M. **Scheurer-Kestner**, présentée par M. Friedel.

« La houille employée dans ces expériences provient de la mine d'Altendorf du bassin de la Ruhr.

» Elle a des propriétés divergentes; participant à la fois aux trois classes supérieures du tableau de Grüner, elle se range, par la proportion de carbone fixe qu'elle renferme, dans la classe des houilles maigres, par la nature de son coke, dans celle des houilles grasses à courte flamme, et par sa chaleur de combustion dans celle des houilles grasses proprement dites. Telle qu'elle est livrée par la mine, elle renferme de 10 à 14 pour 100 de cendres ; mais le fragment sur lequel j'ai opéré n'a donné que de 1,10 à 2,27 pour 100 de cendres. Comme les résultats sont toujours exprimés en nombres rapportés à la houille pure, cendres déduites, la proportion de ces dernières est indifférente.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle, et sous sa bienveillante direction.

» L'analyse de la houille séchée à 110° a donné les résultats de la colonne I. Elle laisse 83,87 de coke, déduction faite des cendres.

	I.				
Carbone fixe.....	83,87	89,92			
Carbone volatil..	6,05				
Hydrogène......	4,11	15,13 parties volatiles renfermant			
Azote..........	1,00		C.......	39,7	
Soufre.........	1,00		H......	27,2	
Oxygène........	3,97		O et Az..	33,1	
	100,00			100,0	

» Trois expériences calorimétriques, faites dans le calorimètre de Favre et Silbermann, ont donné pour la houille pure

	cal
I....................	9121
II....................	9083
III....................	9129
Moyenne.........	9111

» Le calcul de la chaleur de combustion d'après la composition élémentaire de la houille donne

		cal
C.....	89,92 à 8080.................	7265,5
H.....	4,18 à 34500................	1442,1
S([1])...	1 à 2200...................	22,0
	Calories totales	8729,6
O...	3,97 = 0,49 d'hydrogène à 34500...	169,0 à déduire
	Calories totales selon la formule de Dulong..	8560,6

» L'expérience calorimétrique a donné un excédent de 382^{cal} ou de 4,3 pour 100 sur l'addition de la chaleur de combustion totale des éléments, et de 551^{cal} ou de 6,3 pour 100 sur la chaleur de combustion calculée suivant la formule de Dulong.

» Ce résultat confirme, en principe, ceux que nous avons obtenus autrefois, M. Meunier-Dollfus et moi ([2]). Toutes les houilles que nous avons

---

([1]) Dans nos anciennes expériences nous ne faisions pas intervenir le calcul de la chaleur de combustion du soufre, ce qui ne modifie pas les résultats d'une manière sensible, car les houilles de bonne qualité renferment rarement plus de 1 à 1 $\frac{1}{2}$ pour 100 de soufre.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXVII (1868), p. 659 et 1002; t. LXIX (1869), p. 412; t. LXXIII (1871), p. 1061 et 1332; t. LXXVII (1873), p. 1385.

analysées et brûlées dans le calorimètre, au nombre de vingt-deux sortes, ont une chaleur de combustion supérieure au résultat donné par le calcul selon la formule de Dulong; la plupart d'entre elles (les houilles russes de Donetz font seules exception) ont une chaleur de combustion supérieure au nombre obtenu par l'addition des calories totales des éléments, du moins lorsqu'on a recours pour le carbone au chiffre de 8080^{cal}, et pour l'hydrogène à celui de 34500. Grüner (¹) pensait qu'il faudrait prendre pour le carbone un nombre plus voisin de 11214, qui est le pouvoir calorifique théorique du carbone gazeux; de même, pour l'hydrogène, il faudrait changer le chiffre de 34500, qui correspond à l'hydrogène gazeux donnant de l'eau prise également à l'état gazeux. Il a essayé d'appliquer le chiffre de 11214 au calcul de la chaleur de combustion d'un certain nombre de houilles, mais sans résultat; le calcul lui a donné des valeurs trop peu élevées pour les houilles riches en carbone fixe, et, au contraire, trop fortes pour celles qui laissent peu de coke.

» Le mode de combinaison des éléments dans les houilles nous est inconnu, et il est éminemment variable; il est impossible, avec nos connaissances actuelles, de déduire la chaleur de combustion d'une houille de son analyse élémentaire; c'est ce que nos anciennes expériences nous avaient appris à M. Meunier-Dollfus et à moi, et ce que les nouvelles que je viens d'entreprendre ont pleinement confirmé (²).

» Une classification des houilles faite d'après leurs propriétés combustibles, la manière dont elles se comportent à la distillation et la nature du coke qu'elles fournissent, ne s'adapte pas toujours à la composition immédiate de la houille et rarement à sa composition élémentaire. Grüner, qui en a tenté l'expérience, a été obligé de faire des divisions très larges, malgré lesquelles on trouve des houilles qui appartiennent à plusieurs classes. Celle d'Altendorf, par exemple, appartient à la troisième : *houilles grasses proprement dites*, par sa chaleur de combustion (9111); à la quatrième : *houilles grasses à courte flamme*, par la nature de son coke fondu compact ; à la cinquième : *houilles maigres ou anthraciteuses*, par sa teneur en carbone fixe (83 pour 100).

» Néanmoins, à ne considérer que les traits principaux, la chaleur de

(¹) *Annales des Mines*, t. IV, 1873.

(²) *Chaleur de combustion de la houille de Ronchamp*. (*Comptes rendus*, séance du 30 mars 1885.)

combustion d'une houille est d'autant plus élevée qu'elle donne à la distillation une quantité plus grande de coke (carbone fixe).

» L'essai pratique de cette houille a donné des résultats en rapport avec sa chaleur de combustion. Il a été fait dans les appareils qui nous avaient servi en 1869, et qui consistent dans une chaudière à foyer extérieur et à trois bouilleurs suivis d'un réchauffeur. Un kilogramme de houille pure a vaporisé $9^{lit},41$ d'eau ramenée à 0° et portée à 151°. La répartition du calorique a été la suivante, comparée avec celle de la houille de Ronchamp.

	Ronchamp, 1869.	Ruhr, 1885.
Calories dans la vapeur	63,6	67,3
Calories sensibles dans les gaz de la combustion	5,1	5,4
Vapeur d'eau dans les gaz de la combustion	3,0	3,1
Calories des gaz combustibles non brûlés	4,9	2,7
Noir de fumée en calories	0,4	0,4
	77,0	78,9
Calories non retrouvées	23,0	21,1
	100,0	100,0
Chaleur de combustion	911,7	911,1

» La houille de la Ruhr a produit moins de gaz combustibles que celle de Ronchamp, mais les calories non retrouvées et dues, sans doute, à leur passage dans les surfaces enveloppantes dépassent toujours 20 pour 100. »

ZOOLOGIE. — *Sur la membrane buccale des Céphalopodes*. Note de M. L. VIALLETON [1], présentée par M. A. Milne-Ewards.

« On sait qu'il existe chez les Céphalopodes dibranchiaux décapodes, entre la lèvre circulaire et les bras, une membrane multilobée, dite membrane buccale, dont on connaît deux formes différentes. Dans l'une, les lobes sont allongés en forme de tentacules dépassant fortement le bord de la membrane, et munis de ventouses semblables à celles des bras, dans l'autre les lobes courts et à peine indiqués sont dépourvus de ventouses. On n'avait pas encore établi d'une manière précise la nature morphologique de cette membrane; l'étude d'un système nerveux qui lui est propre m'a conduit aux résultats que je vais exposer.

---

[1] Travail fait au laboratoire de Zoologie de l'École des hautes études, dirigée par MM. Milne-Edwards.

» Les animaux étudiés sont : le Calmar (*Loligo vulgaris*) comme représentant du type à lobes buccaux acétabulifères, et la Seiche (*Sepia officinalis*) comme forme à lobes buccaux dépourvus de ventouses. D'ailleurs les dispositions fondamentales restent les mêmes chez ces deux animaux et la même description peut servir pour tous les deux. Les lobes de la membrane buccale forment, en dedans des bras, une sorte de verticille concentrique à celui des bras; ils sont au nombre de sept ainsi répartis : un lobe dorsal, impair et médian situé entre les deux bras dorsaux, puis, de chaque côté, un lobe dorsal latéral fixé par une bride externe au bord dorsal du deuxième bras, un lobe ventral latéral rattaché au bord ventral du troisième bras, enfin un lobe ventral que l'on peut rapporter au quatrième bras. Dans l'axe de chacun de ces lobes, on trouve une sorte de tige qui, renflée en massue vers la racine du lobe, s'étend jusqu'à l'extrémité libre de ce dernier en s'effilant de plus en plus; sur tout son parcours elle émet de nombreux filets très déliés qui vont se jeter dans les muscles ou dans les ventouses lorsqu'elles existent. L'examen histologique de cette tige montre qu'elle est formée de cellules ganglionnaires disposées autour d'une masse centrale fibrillaire au milieu de laquelle on peut aussi rencontrer de rares éléments nerveux. Cette structure est celle des nerfs ganglionnaires des bras de ces mêmes animaux, et la tige des lobes buccaux est parfaitement comparable à un nerf brachial réduit de Céphalopode. Mais les connexions confirment encore cette manière de voir. En effet, de l'extrémité renflée de la tige, on voit partir un filet nerveux délicat, qui parcourt dans l'épaisseur de la membrane buccale un trajet variable, jusqu'à ce qu'il arrive à se placer dans l'axe du bras correspondant, et alors, s'enfonçant perpendiculairement dans la masse musculaire du bras, il atteint le nerf branchial et s'unit avec lui. C'est ainsi que le nerf du lobe ventral se jette dans le nerf du quatrième bras, celui du lobe ventral latéral dans le nerf du troisième et ainsi de suite. Le nerf du lobe médian présente, lui, deux racines venues de chacun des deux bras dorsaux : il peut même être bifide à sa partie inférieure. L'opinion de d'Orbigny, qui regardait le lobe impair comme le résultat de la soudure de deux lobes voisins, est donc pleinement confirmée par la structure intime. En même temps nous voyons qu'il y a autant de lobes dans la membrane buccale que de bras sessiles, et que chaque bras commande pour ainsi dire un lobe, puisque l'innervation du lobe est émanée de l'innervation du bras. Il faut donc dès maintenant repousser toute comparaison de la membrane buccale avec une lèvre hypertrophiée, puisqu'elle reçoit ses nerfs de la portion sous-œsophagienne des

ganglions, tandis que les nerfs labiaux naissent de la portion sus-œsophagienne.

» Au contraire, si l'on tient compte de la masse musculaire des lobes, de la présence des ventouses, et surtout de l'existence dans chacun d'eux d'un cordon ganglionnaire analogue aux nerfs des bras et ayant avec eux une origine commune, on voit que tout nous porte à regarder ces lobes comme de *véritables petits bras rudimentaires*, et par suite, à rapporter la membrane buccale à un cercle de bras dans lequel la membrane interbrachiale serait très développée par rapport aux bras eux-mêmes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'action chlorophyllienne séparée de la respiration*. Note de MM. G. **Bonnier** et L. **Mangin**, présentée par M. Duchartre [1].

« Lorsqu'on étudie l'action chlorophyllienne, c'est-à-dire la décomposition de l'acide carbonique de l'air par les parties vertes des végétaux à la lumière, on n'observe en réalité que la résultante de deux actions contraires. En même temps que le carbone est assimilé par la chlorophylle, la plante, même à la lumière, respire, c'est-à-dire que son protoplasma absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique. L'analyse des gaz émis ou absorbés par une plante verte, à la lumière, ne donne, d'une part, que la différence entre l'oxygène dégagé par l'assimilation et l'oxygène absorbé par la respiration, et, d'autre part, que la différence entre l'acide carbonique décomposé par l'assimilation et l'acide carbonique produit par la respiration. Les deux phénomènes sont superposés sans que, jusqu'à présent, on les ait isolés. C'est donc la résultante dont nous venons de parler qui a été mesurée par M. Boussingault.

» Ainsi les physiologistes ont étudié l'action chlorophyllienne compliquée d'un phénomène inverse dont on ignorait l'intensité et souvent même la nature. Les résultats des recherches relatives à l'influence de la température ou de l'éclairement sur le dégagement d'oxygène sont par là-même entachés d'une cause d'erreur, souvent importante, qui n'a été évitée dans aucun cas.

» Nous avons réussi à séparer l'action chlorophyllienne de la respiration, et cette Note a pour but d'exposer les premiers résultats de nos recherches à ce sujet. Cette séparation a été réalisée par plusieurs méthodes

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire des recherches botaniques de l'École Normale.

qui toutes exigent la connaissance des lois de la respiration; c'est pourquoi nos travaux antérieurs ont porté sur la respiration des végétaux sous les diverses influences extérieures. Nous avons établi, comme l'on sait, qu'à un état donné du développement le rapport des volumes des gaz échangés par la respiration est, dans des limites très étendues, indépendant des conditions extérieures. L'ensemble de nos expériences nous autorise, malgré les récentes assertions de MM. Dehérain et Maquenne, à maintenir les résultats que nous avons publiés.

» Voici quel est le principe de ces méthodes.

» *Première méthode.* — La première méthode qui s'imposait à nous comme conséquence de nos recherches antérieures consiste à supposer que l'influence de la lumière sur la respiration des organes verts est identique à celle que nous avons fait connaître pour les tissus sans chlorophylle, et à retrancher de la totalité des volumes de gaz émis et absorbés par les plantes exposées à la lumière les volumes qu'elles auraient dû émettre par la respiration seule à la même lumière.

» Dans ce but, nous avons placé des plantes dans un récipient en verre disposé comme les appareils déjà décrits. Ces plantes séjournent d'abord à l'obscurité, puis le récipient est exposé à la lumière pendant le même temps et à la même température. Les analyses de gaz sont faites : 1° après le séjour à l'obscurité; 2° après le séjour à la lumière. Soient p le volume d'acide carbonique dégagé et q le volume d'oxygène absorbé après le séjour à l'obscurité, on sait que $\frac{p}{q} = \frac{CO^2}{O} = \text{const.} = r$. Après l'exposition à la lumière p' représente le volume d'acide carbonique disparu et q' le volume d'oxygène dégagé. Dans cette seconde partie de l'expérience, les feuilles ont décomposé d'abord la quantité x d'acide carbonique produit par la respiration à la lumière plus p'; elles ont dégagé la quantité y d'oxygène absorbé par la respiration plus q' : par suite le rapport des volumes de gaz émis et décomposés par l'action chlorophyllienne est exprimé par $\frac{y+q'}{x+p'} = \frac{O}{CO^2} = a$. Les quantités y et x d'oxygène et d'acide carbonique peuvent être calculées approximativement au moyen de la première partie de l'expérience, en admettant que l'intensité du phénomène respiratoire soit diminuée par la lumière dans les proportions que nous avons fait connaître.

» *Deuxième méthode.* — On peut séparer d'une manière plus nette les deux fonctions par la méthode des anesthésiques, dont Claude Bernard a

établi le principe sans faire l'expérience complète. A une certaine dose, pour une espèce donnée, le chloroforme ou l'éther suppriment, d'une manière absolue, l'assimilation sans altérer d'aucune manière la respiration. On peut constater, en effet, si l'on opère avec l'éther, par exemple, que l'intensité du phénomène respiratoire à l'obscurité reste exactement la même, avec ou sans éther. On arrive à trouver une dose d'anesthésique telle que, ce résultat étant obtenu à l'obscurité, l'oxygène continue à être absorbé et l'acide carbonique émis, même en plein soleil. Bien plus, le rapport des gaz échangés par la respiration *reste le même à la lumière*, chez les tissus verts anesthésiés. Il n'y a donc, dans ces conditions, aucune trace d'assimilation, tandis que des plantes semblables, placées dans un appareil identique et exposées à la même lumière, décomposent activement l'acide carbonique et émettent de l'oxygène par la résultante des deux actions. On peut ainsi connaître, dans des circonstances déterminées : 1° quelle est la résultante des deux actions; 2° quelle est l'action de la respiration seule des mêmes plantes, à la même lumière. On en déduit immédiatement la valeur réelle de l'assimilation, et par suite le rapport a de l'oxygène dégagé à l'acide carbonique décomposé, dans l'action chlorophyllienne seule.

Troisième méthode. — Nous avons aussi employé un mode d'expérimentation absolument différent des précédents, pour arriver à séparer les deux phénomènes. La méthode consiste à placer dans deux appareils I et II des plantes dont on a constaté l'identité physiologique. Dans l'appareil I, la plante est dans l'air ordinaire ; dans l'appareil II, on ajoute une petite quantité d'une solution de baryte concentrée. Les deux appareils sont ensuite exposés en même temps à la même lumière. Ainsi se trouve soustraite par la baryte, dans l'appareil II, une partie de l'acide carbonique produite par la respiration. On trouvera donc en I un excès o d'oxygène sur celui de l'appareil II. Cette quantité o correspond à la quantité c de l'acide carbonique, retiré par la baryte dans l'appareil II et qui n'a pas été soustraite dans l'appareil I. Pour connaître ce dernier volume c, on introduit un peu d'acide chlorhydrique pur dans la baryte de l'appareil II; l'acide carbonique soustrait se dégage, et l'on trouve ainsi dans l'analyse de II l'excès c d'acide carbonique sur celui que peut renfermer I. On voit que o est égal au volume d'oxygène qui a été dégagé par l'assimilation seule, pour une décomposition d'acide carbonique égale à c; par suite, $\frac{o}{c}$ est égal à m, rapport des gaz échangés dans l'action chlorophyllienne.

» *Résultats.* — Dès à présent, signalons quelques résultats obtenus par

les trois méthodes précédentes, dans les conditions où le rapport r des gaz échangés par la respiration est plus petit que l'unité. Le Houx (alors que $r = 0,7$) donne, par la première méthode, $a = 1,25$; par la seconde, $a = 1,28$; par la troisième, $a = 1,20$. Le Genêt (alors que $r = 0,8$) donne 1° $a = 1,15$; 2° $a = 1,14$; 3° $a = 1,10$. D'autres espèces (Fusain du Japon, Pin, Lierre, Tilleul, Pélargonium, Lilas, etc.) ont fourni des résultats analogues. La concordance de ces résultats nous permet déjà de conclure que, *dans les conditions où nous avons opéré, le volume d'oxygène dégagé par l'assimilation est supérieur à celui que renferme l'acide carbonique décomposé.* »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — Grilletia Spherospermii, *Chytridiacée fossile du terrain houiller supérieur.* Note de MM. **B. Renault** et **C.-Eg. Bertrand**, présentée par M. Duchartre.

« Le *Grilletia Spherospermii* [1] est une Chytridiacée *à mycelium, à sporanges sans col, qui vivait dans les cellules* des tissus superficiels du nucelle des graines altérées du *Spherospermum oblongum*, Gymnosperme fossile du terrain houiller supérieur de Grand-Croix, près de Rive-de-Gier.

» Dans les parties du mycélium très chargées de sporanges, ce mycélium est composé d'hyphes rameux, grêles, allongés parallèlement au grand axe des cellules nourrices, lorsque celles-ci sont elles-mêmes très allongées dans un sens, au contraire pelotonnés irrégulièrement dans les cellules courtes, isodiamétriques. Chaque hyphe se compose d'une suite de cellules placées bout à bout, mesurant 10 μ de longueur sur 5 μ de largeur. Celles de ces cellules qui ne sont pas immédiatement contiguës aux sporanges sont minces; elles n'ont pas été cuticularisées du vivant de la plante; au contraire, les cellules stériles contiguës aux sporanges ont souvent subi un commencement de cuticularisation. La ramification de ces hyphes est monopodique, les branches latérales étant tantôt allongées parallèlement au filament principal, alors que d'autres fois elles sont pelotonnées irrégulièrement. La ramification des hyphes ne paraît dichotomique que par une légère déviation accidentelle des éléments du filament principal.

» Dans les régions du mycélium *qui ne portent qu'un petit nombre de sporanges et dans des cellules nourrices très allongées,* les hyphes, sauf au voisinage immédiat des sporanges, sont composés d'un grand nombre de cel-

(1) Du nom de M. C. Grillet, mycologue.

lules stériles, à parois minces, placées bout à bout et qui mesurent en moyenne 1μ à 2μ de largeur sur 10μ de longueur. Ces longs hyphes stériles rappellent ceux de l'*Aphanistis Œdogoniarum* Sorok.; ils rappellent surtout les filaments grisâtres de l'*Ancylistes Closterii* Pfitz., lorsque, leur conservation étant moins parfaite, on ne distingue plus leurs cloisons transversales.

» Toutes les cellules d'un hyphe pouvaient se transformer en sporanges; on voit, en effet, de nombreux exemples de files de sporanges directement contigus. D'autres fois deux sporanges voisins sont séparés par une cellule stérile cutinisée ou non; plus ordinairement, comme chez le *Catenaria Anguillulæ* Sorok., entre deux sporanges consécutifs, on voit deux cellules stériles. Lorsque les parois de ces éléments ont subi un commencement de cuticularisation, on peut se demander si ces cellules stériles ne sont pas des sporanges arrêtés dans leur transformation; nous ne le croyons pas cependant, vu la régularité et la fréquence du fait. Les sporanges consistent en cellules irrégulièrement ovoïdes, mesurant en moyenne 40μ à 50μ de longueur sur 20μ à 25μ de largeur ([1]). Vu par le fond, l'ovoïde est à peu près régulier; vu de profil, l'ovoïde est bombé d'un côté, et c'est au sommet de ce bombement que se trouve l'orifice du sporange. Cet orifice terminait peut-être un bouton très court, mais on ne peut appeler ce bouton un *col*, car il est plus court que la papille du sporange de l'*Aphanistis Œdogoniarum* Sorok. Chaque sporange n'a qu'un orifice; exceptionnellement nous en avons vu deux, comme il arrive parfois chez l'espèce d'*Aphinistis* précitée; mais il y a lieu d'être très réservé; c'est peut-être là un accident de conservation. La paroi des sporanges est cuticularisée et un peu plus épaisse que celle des cellules stériles. Tous les sporanges paraissent vides, quelques-uns sont ouverts; d'après ces derniers on peut dire qu'il n'y avait pas d'opercule à l'orifice des sporanges.

» *Habitat.* — Le *Grilletia Spherospermii* a été rencontré :

» 1° Dans les grandes cellules de la région externe du tissu fondamental du nucelle du *Spherospermum oblongum*. Il est particulièrement abondant dans les deux ou trois premiers rangs de ce tissu. Plus profondément la plante disparaît, ses sporanges semblent imparfaits, très isolés, et sa conservation laisse beaucoup à désirer. Les sporanges de ces hyphes profonds pourraient être pris pour des sortes de chlamydospores mal conser-

---

([1]) Les sporanges des hyphes, très allongés, sont souvent éloignés les uns des autres, imparfaits, ne mesurant que 30μ sur 15μ.

vées. Le *Grilletia* n'envahit le nucelle que de sa base à la base de la chambre pollinique.

» 2° Dans les cellules épidermiques de la base du nucelle. Là les hyphes sont pelotonnés; les sporanges très nombreux sont parfois contigus.

» 3° Dans les tissus qui tapissent la base de la face interne du tégument séminal. Dans cette région, la conservation de l'échantillon permet seulement de constater la présence du *Grilletia.*

» D'après l'état des tissus où l'on trouve le *Grilletia,* il est très probable que ce Champignon ne s'est développé que lorsque la graine du *Spherospermum oblongum* avait déjà subi un commencement d'altération.

» L'habitat du *Grilletia* explique suffisamment que nous ne puissions fournir de renseignement sur ses spores mobiles ni sur le mode d'émission de ces spores. Nous n'avons vu ni embryons ni indication d'accouplement.

» L'attribution de ce fossile aux Chytridiacées (1) résulte de *la forme de leur sporange*, de *leur mode de déhiscence,* de *leur position sur le mycelium,* de *leur nudité,* et aussi de *leur mode de groupement.* Tous ces caractères excluent successivement les Péronosporées, les Saprolégnées, les Vampyrellées et les formes mucédinéennes des Ascomycètes.

» Parmi les Chytridiacées le *Grilletia* mérite une place spéciale par ses sporanges sans col et sans opercule, par son mycélium et aussi par son habitat dans les tissus d'une Gymnosperme. C'est en somme dans le voisinage des *Aphanistis,* des *Catenaria* et des *Ancylistes* qu'il convient de placer le *Grilletia.* »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'acide urique dans la salive et dans le mucus nasal, pharyngé, bronchique, utéro-vaginal.* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley.

« La goutte des glandes, de la glande parotide surtout, étudiée au point de vue clinique par M. Debout-d'Estrées, peut trouver, dans l'analyse chimique de la salive et dans la présence de l'acide urique dans ce liquide, un signe d'une grande valeur.

---

(1) La famille des Chytridiacées étant délimitée à peu près comme le fait M. Sorokine, c'est-à-dire en y rattachant les *Ancylistes,* les *Achlyogeton* et avec doute les *Myzocytium.* Il convient, croyons-nous, d'en exclure ou tout au moins d'en éloigner *Zygochytrium* et *Tetrachytrium,* qui sont bien plutôt des Mucorinées aquatiques.

» Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences en notre nom, par M. Bouley, en 1881, nous avons signalé l'existence de l'acide urique dans la salive des uricémiques. Nous avons indiqué aussi que le procédé d'analyse qualitative rapide à employer en Clinique est la *réaction de la murexide*. (Cette coloration rouge pourpre est obtenue en faisant réagir, à chaud, successivement, les vapeurs d'acide azotique, puis d'ammoniaque, sur quelques gouttes de salive, lentement desséchée au bain-marie dans une capsule de porcelaine.)

» On peut déceler, de la même manière, la présence de l'acide urique, toujours chez les uricémiques, dans le mucus nasal, pharyngé, bronchique, utéro-vaginal et même dans le mucus gastrique de la pituite et aussi dans les humeurs de l'œil.

» Depuis longtemps déjà on avait trouvé des quantités appréciables d'urée (Wurtz) dans l'humeur vitrée de l'œil. Tout récemment encore (1885), nous avons, avec MM. Quinquaud et Butte, constaté à nouveau l'existence en grande proportion de l'urée dans les humeurs aqueuse et vitrée, chez un chien intoxiqué par l'injection sous-cutanée d'une forte dose d'urée.

» La présence de l'acide urique, dans une sécrétion glandulaire aussi accessible que la salive, nous a permis de faire quelques recherches sur les variations de l'acide urique, selon l'état de la sécrétion ptyalinique, autrement dit, d'examiner les rapports de l'excrétion urique anormale avec la sécrétion ptyalinique normale.

» Chez un sujet excrétant une quantité modérée d'acide urique par la salive, *si l'on place dans la bouche un corps sapide* peu décomposable, un bonbon de gomme, par exemple, *immédiatement l'acide urique disparaît de la salive*. L'interprétation de ce fait est que la sécrétion ptyalinique, sollicitée par la présence d'un corps sapide, se substitue immédiatement à l'excrétion d'acide urique, excrétion qui est une fonction anormale de la glande salivaire.

» Quand l'excrétion d'acide urique est très abondante, la présence d'un corps sapide dans la bouche ne fait que diminuer la quantité d'acide urique excrétée par la glande salivaire, de sorte qu'il y a mélange d'acide urique à la ptyaline sécrétée, ce qui ne laisse pas que de modifier la sécrétion salivaire normale. D'autre part, le sujet déglutit de l'acide urique avec ses aliments.

» Le tabac, dans l'action de fumer, ne modifie que très peu l'excrétion

urique salivaire. Si le fumeur rejette sa salive, chargée d'acide urique, il diminue d'autant la quantité d'acide urique qu'il possède en circulation.

» Le maximum d'acide urique dans la salive existe habituellement à l'heure la plus éloignée des repas.

» L'excrétion de l'acide urique par la salive, chez les uricémiques, *n'est qu'un cas particulier de la fonction excrétoire des glandes salivaires pour la plupart des substances en excès dans l'économie.*

» On sait, en effet, que l'iodure de potassium, le mercure, le plomb, etc., introduits dans l'organisme, sont excrétés par les glandes salivaires, soit dans les intervalles de la sécrétion ptyalinique, soit même pendant cette sécrétion.

» Les glandes salivaires de l'homme éliminent peut-être aussi, chez certains sujets, les substances alcaloïdes animales, nouvellement connues, les ptomaïnes ou zoamines, ou leucomaïnes. Nous avons, en effet, trouvé plusieurs fois, dans la salive d'une même malade, la réaction *jaune d'or* avec l'acide nitrique, que Selmi et Gautier ont signalée comme caractéristique d'une ptomaïne.

» D'ailleurs, M. Gautier considère comme de nature ptomaïnique certaines substances actives éliminées normalement par la salive de quelques animaux.

» La *fonction excrétoire* des glandes salivaires *paraît donc très étendue.*

» S'il en était pour les glandes stomacales comme pour les glandes salivaires, on s'expliquerait que certains troubles gastriques, apparaissant à une heure éloignée du repas (élimination stomacale anormale de substances irritantes), disparaissent après l'ingestion d'une petite quantité d'un corps sapide (sécrétion pepsinique normale se substituant brusquement aux excrétions pathologiques).

» Ainsi les glandes à fonction récrémentitielle peuvent être le siège de deux fonctions, l'une *normale de sécrétion,* l'autre *anormale d'excrétion* ou fonction excrémentitielle.

» Les *glandes salivaires,* qui sont le type du genre, peuvent excréter de l'acide urique, quand il y en a en excès dans le sang; de même que ces glandes salivaires excrètent l'iodure de potassium, le mercure, le plomb, les ptomaïnes et autres substances en excès dans l'organisme.

» Les *glandes à sécrétion muqueuse simple,* telles que les glandes des fosses nasales, du pharynx, des bronches, de l'utérus, etc., peuvent aussi excréter

anormalement de l'acide urique et autres substances de déchet, comme nous l'avons vérifié directement, en nous servant de la réaction caractéristique de la murexide.

» L'excrétion de l'acide urique par les glandes annexées au tube digestif est une *élimination supplémentaire* de l'acide urique par la voie intestinale. La quantité d'acide urique, éliminée par la voie rénale, ne représente donc qu'une partie de l'acide urique formé dans l'organisme.

» La goutte glandulaire et certains catarrhes nasaux, pharyngiens, bronchiques, utéro-vaginaux, stomacaux, etc., peuvent être des manifestations de ces excrétions pathologiques des déchets de l'organisme, dont l'acide urique est un des plus faciles à déceler.

» La présence d'une grande quantité d'acide urique dans la salive peut servir de *signe prémonitoire* des accidents de l'uricémie. C'est aussi un *signe diagnostique* de la nature uricémique possible des accidents morbides. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De l'influence des déclinaisons lunaires sur le déplacement des circulations atmosphériques.* Note de M. **H. de Parville**.

« Les intéressantes Communications de M. Poincaré sur une *Relation entre la déclinaison lunaire et les limites nord des alizés* m'obligent à prendre date pour des recherches déjà anciennes, puisqu'elles remontent à 1860. Depuis cette époque, dans de nombreuses publications, je me suis efforcé de mettre en relief l'influence de la Lune, d'abord par des considérations théoriques, ensuite par des faits.

» En juillet 1865 notamment, j'ai publié une Note portant précisément pour titre : *De l'influence des déclinaisons de la Lune sur les déplacements des alizés de l'Atlantique.* A cette époque, les observations étaient rares; cependant, sur vingt-trois observations empruntées à la *Géographie de Berghaus* (t. Ier) et se rapportant aux principaux mois des années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830 et 1832, il en est vingt pour lesquelles l'influence lunaire apparaît très nette. Le plus grand écart trouvé a été de 10° correspondant au lunistice boréal.

» Les trois anomalies constatées se rapportent à des longitudes très faibles, et il est permis de penser qu'elles sont dues aux perturbations dans le régime des vents, produites par le voisinage de la côte d'Afrique dont la température est élevée.

» L'action lunaire paraît retentir de même sur les circulations atmosphé-

riques polaires, sur la pression barométrique, sur la température, etc., ainsi qu'il résulte de vingt-cinq années d'observations.

» Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre, sans les développer encore, de consigner ici ces conclusions déjà vieilles. Je ne les lui avais pas encore communiquées, parce que j'attendais une période d'observations de trente années plus décisive pour dissiper les doutes et mieux affirmer une influence qui a été généralement niée jusqu'ici par les astronomes et par les météorologistes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tremblements de terre et les éruptions volcaniques dans l'Amérique centrale.* Extrait d'une Lettre de M. DE MONTESSUS à M. Cornu.

« San Salvador, 5 mars 1885.

« Je vous envoie la traduction de mon travail sur les phénomènes volcaniques et séismiques du centre Amérique, que je vous prie de vouloir offrir à l'Académie des Sciences avec un exemplaire de l'original publié en espagnol par le gouvernement du Salvador. Dès mon arrivée dans ce pays, il y a quatre ans, j'étais frappé et de la fréquence des tremblements de terre dans cette région et de la facilité avec laquelle les gens du pays se permettaient de les annoncer à l'avance, en basant la plupart du temps leurs affirmations sur des données météorologiques. Je pensai dès lors qu'il serait facile de donner un lien scientifique à cet ensemble de suppositions, et cela d'autant plus que nombre de personnes ayant habité les diverses parties de l'immense côte du Pacifique (Chili, Pérou, Équateur, Mexique, etc.) préconisaient les mêmes règles de prévisions. Je me mis donc à l'œuvre, compulsant tous les documents possibles, mais en me limitant à la région comprise entre les deux isthmes de Panama et de Tehuantepec. Je fus vite désabusé et convaincu que, s'il y avait une relation entre les phénomènes météorologiques et les tremblements de terre, il fallait tout d'abord en éliminer ceux qui résultent des éruptions volcaniques, et souvent la distinction en est presque arbitraire, avec ceux qui se localisent et paraissent en être tout à fait indépendants. On comprendra que cela soit d'autant plus difficile que l'Amérique centrale possède trente volcans, soit en activité, soit qui ont été actifs depuis la conquête espagnole, et en tout au moins cent quarante volcans plus ou moins anciens et tous dans l'alignement de la côte du Pacifique et son voisinage. Je suis arrivé finalement à la négation absolue de la possibilité de prédire les

tremblements de terre, au moins dans l'état actuel de nos connaissances; néanmoins, je suis bien convaincu que, si le travail que j'ai exécuté sur une faible fraction de l'immense chapelet volcanique compris entre le détroit de Behring et le cap Horn était complété pour toute la ligne, on arriverait à des relations de périodicité; je crois les avoir démêlées, mais elles n'ont pas assez d'évidence ou de probabilité pour que je puisse me permettre de les énoncer. On conçoit en effet que, si une petite fraction comme celle de l'Amérique centrale a pu me fournir un catalogue de plus de 2300 secousses, 137 éruptions et 27 ruines complètes de grandes villes, la chaîne entière fournirait un tel chiffre de faits que l'on en pourrait déduire des conclusions.

» Forcé ainsi de m'abstenir de toute hypothèse, je me suis contenté de faire l'historique de ces phénomènes, dont le nombre dans ladite région est vraiment extraordinaire. Je calcule en effet qu'il y tremble au moins 250 fois par an autour de 4 centres distincts, Guatémala, San Salvador, Nicaragua et Costarica. On arriverait à un chiffre bien supérieur, si l'on tenait compte des périodes de mouvements presque continus, comme par exemple celle qui, précédant en 1879-1880 l'apparition près de San Salvador du volcan d'Ilopango, a présenté plus de 700 secousses en 6 jours.

» Je montre par l'étude des documents que la grande catastrophe de Guatémala en 1541 n'est point due, comme l'affirme Fuchs, à une éruption de boue, mais tout simplement à la rupture, sous l'action simultanée d'un tremblement de terre et du poids de l'eau accumulée par les pluies torrentielles, du cratère du volcan (éteint) d'Agua.

» J'admets, avec preuves à l'appui, que, si les vaisseaux espagnols ont jamais remonté le rio San Juan pour arriver aux lacs de Nicaragua, ce qui est douteux, il faut attribuer l'obstruction de cette voie de communication aux tremblements de terre de 1648, 1651 et 1663 et non à une volonté expresse des conquérants, pour s'opposer aux entreprises des flibustiers français et anglais contre Granada.

» J'appelle votre attention sur le récit de l'apparition (1770) de l'Izulco, peut-être le plus beau volcan du monde par la régularité géométrique de son profil et l'incessante succession, de quart d'heure en quart d'heure environ, de ses éruptions depuis sa formation.

» La grande éruption du Cosegüina, en 1835, a présenté ce fait très remarquable, d'éclater le même jour que celles des volcans chiliens du Corcovado et de l'Aconcagua. Il est difficile de ne voir là qu'une coïncidence purement fortuite.

» Il y aurait lieu d'attirer l'attention des observateurs sur les odeurs sulfureuses qui auraient accompagné certains tremblements de terre, par exemple, celui de la ruine de San Salvador en 1854, et l'apparition de lueurs. Ce dernier phénomène, particulier à la ruine de la même ville en 1873, mais que je regarde comme douteux pour ce qui le concerne, est d'ailleurs admis par de Humboldt.

» Le tremblement de terre du 8 décembre 1859 a été accompagné à Guatémala d'une déviation de l'aiguille aimantée, restée permanente. Humboldt donne un fait semblable pour Cumana le 4 novembre 1799.

» J'ai raconté avec détails la formation du volcan du lac d'Ilopango en 1879-1880, volcan éteint depuis lors, et qui s'est élevé dans le sein de ce qu'on est convenu d'appeler cratère d'effondrement. Celui-là aurait des dimensions vraiment inusitées. Cette apparition peu connue a eu la bonne fortune d'être suivie *de visu* par deux observateurs, le géologue Goodyear et le météorologiste Rockstroh, et j'ai résumé leurs deux relations scientifiques, faites indépendamment l'une de l'autre.

» Il y a lieu de se demander si les bruits souterrains entendus à San Salvador le 27 août 1883 à quatre heures du soir et aussi à Antioquia (Colombie) ont une relation avec l'éruption du Krakatoa. Je le crois, et si l'on se récrie sur l'énormité de la distance, je rappellerai que l'éruption du Cosegüina en 1835 a été parfaitement perçue à Caracas et à la Vera Cruz, c'est-à-dire sur un cercle de 1700 milles de diamètre. Une objection à faire est que les *retumbos* (en conservant le mot espagnol, qui signifie bruit souterrain) s'entendent dans les régions volcaniques américaines avec ou sans tremblement de terre, et je rappellerai à ce sujet ceux étudiés à Guadalajara par de Humboldt, et ceux de Bogota qui ont fait appeler en Colombie l'année 1687 *año del ruido*, année du bruit.

» Je crois pouvoir dire que les animaux domestiques, en cas de tremblement de terre, donnent des signes de terreur quand la secousse se prolonge et indépendamment de son intensité.

» Dans une Note, le capitaine Touflet, en s'appuyant sur des mesures au théodolite, montre que la croyance populaire à l'accroissement continu du San Jacinto, près de San Salvador, et à son accroissement brusque en cas de tremblements de terre, est inexacte. Il donne l'explication psychologique de cette supposition.

» L'étude historique que j'ai faite montre que les villes construites près des volcans en activité sont beaucoup moins sujettes à la destruction que celles près des volcans éteints, c'est-à-dire là où il n'y a plus de soupape

de sûreté. Ainsi la vieille Guatémala, située près du volcan éteint de Agua, a été renversée sept fois. La nouvelle, près du volcan très actif (43 éruptions depuis la conquête), et fondée en 1775, ne l'a pas encore été. San Salvador, près du volcan éteint du même nom (Quetzaltepeque en indien), l'a été quatorze fois, sans compter les demi-ruines, tandis que dans la même petite République, Santa Ana, Izalco et San Miguel, bâties sur les flancs des volcans actifs de même nom, ne l'ont jamais été.

» J'ai terminé mon travail par un appendice météorologique, dont les Tableaux numériques et les surfaces topographiques *ad hoc* n'ont pas d'autre but que celui de fixer un point d'un isotherme, dans cette région relativement vierge d'observations scientifiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Bruits souterrains entendus à l'île de Saint-Domingue, le 28 août* 1883. Note de M. **Alex. Llenas.**

« Dans sa séance du 9 mars dernier, l'Académie a reçu de M. Forel, de Morges, une Note annonçant que des bruits souterrains avaient été perçus le 26 août 1883 aux îles Havaï, c'est-à-dire presque aux antipodes de Krakatoa.

» Or voici ce qui a été observé à l'île de Saint-Domingue, où j'habite. Le lundi 28 août 1883, le jour même que le cataclysme de Java était à son maximum, on a entendu ici de 4^h à 5^h du soir des détonations souterraines entremêlées de crépitements, simulant à s'y méprendre le bruit d'un combat éloigné. Ces détonations, entendues depuis la baie Samana jusqu'à la plaine de l'Artibonite, sur une longueur de deux cents lieues, ont mis en émoi les populations de l'île. »

M. **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. *Gavoy*, médecin principal de l'armée, un Ouvrage manuscrit sur la *Morphologie de l'encéphale,* et s'exprime en ces termes :

« Ce travail comprend un exposé succinct du texte et un Atlas de cinquante-cinq planches. Il est la conception personnelle de l'auteur sur la conformation de l'encéphale, qu'il considère comme un composé de groupes de centres d'innervation, rangés selon un plan uniforme, constant, et constitués par les cellules nerveuses de la substance grise.

» Ces groupes de l'activité nerveuse sont mis en relation entre eux et en

rapport avec le monde extérieur, au moyen des fibres nerveuses qui composent la substance blanche.

» Un grand nombre de figures, intercalées dans le texte, sont la reproduction par la micrographie de coupes microscopiques sur différentes parties de la substance grise, qui, pour la plupart, n'ont pas été décrites par les anatomistes et servent d'appui aux descriptions propres à l'auteur de cet Ouvrage.

» L'Atlas montre la structure de l'encéphale étudié par la méthode des coupes successives, assez minces pour devenir transparentes, faites à des espaces ou intervalles mathématiquement égaux, dans les trois ordres de plans (M. Gavoy en a montré l'appareil à l'Académie de Médecine). Cette méthode permet de reconnaître le volume des noyaux, leur forme, leur disposition, leurs rapports, la situation exacte de chacun d'eux dans la substance médullaire; elle permet également de suivre la direction des fibres, de saisir leur origine et leur mode de connexion ou d'épanouissement dans les noyaux gris.

» Les Planches de cet Atlas ont un caractère tout nouveau et appartenant à l'auteur : elles sont faites de grandeur naturelle, d'après des coupes fraîches, très minces, vues par transparence à la loupe sur un miroir réflecteur. Elles représentent donc, avec les teintes normales, la trame encéphalique dans sa forme, dans ses dispositions, avec une exactitude et une finesse de détails qui n'ont pas été données jusqu'à ce jour. »

Le travail de M. Gavoy est renvoyé au concours Montyon des prix de Médecine et de Chirurgie.

M. E. **Bertin**, ingénieur de la marine, chargé d'une mission en Angleterre, en 1884, adresse à l'Académie le Rapport dans lequel il a réuni ses observations.

Dans ce Rapport, l'auteur donne la description d'une nouvelle classe de cuirassés anglais, les navires à barbette, qui offrent beaucoup d'analogie avec les bâtiments français, type *Indomptable*, *Terrible*, et fait remarquer que les Anglais ont adopté les tourelles barbettes, disposition française, peu d'années après l'adoption des tourelles fermées anglaises sur plusieurs bâtiments français.

Nous signalerons encore la partie consacrée aux chaudières et aux machines marines; des progrès sérieux se réalisent en ce moment même : emploi de pressions croissantes et adoption de machines à trois et même

à quatre détentes successives, avec des appareils de mise en train nouveaux et ingénieux.

M. Em. Muller adresse, de Tachkend (Asie centrale), un Mémoire portant pour titre : « Considérations sur la propulsion dans les fluides. Cause de la puissance exceptionnelle de l'aile, complément indispensable à la théorie du vol ».

M. A. Arnaudeau adresse une feuille à calculer, permettant de résoudre, sans logarithmes, tous les triangles trigonométriques.

M. E. Delfieu adresse la description d'un appareil électrique destiné à avertir de la présence du grisou.

L'auteur s'appuie sur les changements de densité d'un mélange d'air et de protocarbure dont les proportions varient. Il ajoute que la disposition à laquelle il s'est arrêté n'est qu'une modification de celle qu'il a déjà soumise au jugement de l'Académie le 29 août 1881, et dont le but était de prévenir les asphyxies par l'acide carbonique.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mai 1885.

Bibliothèque de l'École des hautes études. Section des Sciences naturelles, t. XXIX. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Deux exemplaires.)

Traité de Géologie; par A. de Lapparent, IIe Partie, p. 1009 à 1248, gravures 444 à 598. Paris, F. Savy, 1885; in-8°. (Adressé au concours du prix Delesse.)

Études sur les roches ophitiques des Pyrénées; par M. Dieulafait. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

La Nature; par le Dr Ripault. Dijon, impr. Mersch, 1885; in-18. (Adressé au concours du prix J. Reynaud.)

Les Procédés opératoires en histologie végétale; par L. Olivier. Paris, F. Savy, 1885; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions. Paris, Dunod, 1885; in-8°.

La vérité sur le sulfocarbonate de calcium (insecticide Cauvy) et le sulfocarbonate de potassium. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Traitement des vignes phylloxérées; par B. CAUVY. Montpellier, impr. Grellier; opuscule in-8°.

Chirurgie orthopédique; par le Dr L.-A. DE SAINT-GERMAIN. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1883; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Tabulæ analyticæ fungorum; par N. PATOUILLARD. Paris, Klincksieck, 1883-1885; 4 fascicules in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Desmazières.)

G. CAPELLINI. *Resti fossili di Dioplodon e Mesoplodon*. Bologna, tipogr. Gamberini e Parmeggiani, 1885; in-4°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

G. CAPELLINI. *Del zifioide fossile (Choneziphius planirostris)*. Roma, Salviucci, 1885; in-4°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

CARLOS BERG. *Reptiles y anfibios del Tandil y de la Tinta*. Buenos-Aires, impr. de Pablo e Coni, 1884; in-4°.

Memoirs of the national Academy of Sciences, vol. II, 1883. Washington, 1884; in-4°. (Deux exemplaires.)

Annual report of the chief signal officer to the Secretary of war for the year 1883. Washington, 1884; in-8° relié.

Bulletin of the United States fish Commission, vol. IV, for 1884. Washington, 1884; in-8° relié.

Third annual report of the United States geological survey to the Secretary of the interior 1881-82; *by* J.-W. POWELL. Washington, 1883; gr. in-8° relié.

Department of the interior. Monographs of the United States geological survey, vol. III. Washington, 1882; in-4° relié.

DISCOURS PRONONCÉ A ANGOULÊME A L'INAUGURATION DE LA STATUE DE BOUILLAUD.

Discours de M. Vulpian,

au nom de l'Académie des Sciences.

« Messieurs,

» Nous venons aujourd'hui rendre hommage à Bouillaud, l'une des gloires de la Médecine française.

» La renommée acquise par un médecin lui survit, en général, pendant bien peu de temps, même lorsqu'il a occupé les plus hautes situations officielles de la carrière médicale. L'habileté du praticien, l'éloquence du professeur, le talent littéraire de l'écrivain, toutes ces qualités si rares, si enviables, qui saisissent les contemporains et confèrent la célébrité, n'ont le plus souvent qu'un retentissement éphémère. A mesure que les années s'écoulent, laissant dans un passé de plus en plus lointain l'époque où ce médecin a vécu, le souvenir de ses succès s'affaiblit progressivement et peut même s'effacer d'une façon complète. Ce qui résiste au temps, ce sont les découvertes. Parmi les médecins également célèbres d'une période donnée, ceux qui ont fait des découvertes sont seuls assurés d'avoir leur nom inscrit dans l'histoire de la Médecine, et ils y prendront une place d'autant plus grande que les faits nouveaux dont ils ont enrichi la Science sont plus importants.

» A ce titre, Bouillaud brillera en tête de la glorieuse pléiade de médecins qui a resplendi d'un si vif éclat dans le deuxième quart de ce siècle et qui avait eu pour précurseur le grand Laennec.

» Parlant ici au nom de l'Académie des Sciences, je dois me restreindre à rappeler les travaux scientifiques qui ont fixé sur Bouillaud le choix de cette Académie, lorsque la mort de Serres eut créé une vacance dans la Section de Médecine et de Chirurgie.

» Au nombre de ces travaux se trouve la première publication de Bouillaud, qui montra tout ce qu'on pouvait attendre de lui pour l'avenir. On admettait alors que l'infiltration séreuse des tissus est due à la débilité générale de l'organisme et à l'atonie des vaisseaux lymphatiques. Les études de Richard Lower, relatives à l'influence de la ligature des veines sur la production de cette infiltration, étaient depuis longtemps oubliées.

Bouillaud, au sortir de l'internat des hôpitaux, avant d'avoir obtenu le diplôme de docteur en Médecine, publiait, en 1823, les recherches qui ont définitivement fait la part de l'oblitération des veines dans le mécanisme d'un très grand nombre de cas soit d'œdème, soit d'épanchement séreux dans les cavités viscérales.

» C'est à lui aussi que nous devons la connaissance de l'albuminurie cantharidienne. Non seulement il a mis en évidence ce fait nouveau et d'un grand intérêt, mais encore, avec une admirable sagacité, il a démêlé le véritable mécanisme de cet accident morbide.

» C'est lui encore qui a signalé le premier le ralentissement du pouls dans l'ictère simple et qui a montré que la bile, en passant dans le sang, agit sur le cœur comme le fait la digitale.

» Que de faits importants, que de vues personnelles dans les nombreux *Traités* qui attestent son incomparable fécondité! Le rhumatisme articulaire, les maladies du cœur et des gros vaisseaux, l'inflammation du cerveau, les fièvres, le choléra, sont tour à tour étudiés par ce puissant esprit, et chacun des livres qu'il consacre à ces maladies témoigne des efforts qu'il faisait sans cesse pour introduire dans la Médecine l'exactitude rigoureuse qui caractérise les autres sciences.

» Ses recherches sur les affections du cœur et sur le rhumatisme articulaire le conduisent à une découverte de premier ordre qui suffirait à rendre son nom immortel : je veux parler de la loi de coïncidence des inflammations du cœur avec le rhumatisme. Jusque-là on ignorait absolument les causes des affections cardiaques. Bouillaud a appris au monde médical que, dans l'immense majorité des cas, ces affections sont produites par le rhumatisme articulaire aigu, qu'elles en sont une manifestation très fréquente, presque constante même, à un degré ou à un autre. La Médecine pratique a tiré un grand profit de cette découverte. En effet, la connaissance de la genèse habituelle des affections du cœur, en permettant aux médecins de diagnostiquer les premiers indices de leur apparition et de prescrire tout aussitôt un traitement approprié, a diminué, dans une notable proportion, la gravité de ces redoutables complications du rhumatisme articulaire aigu. Ce travail de Bouillaud est une véritable œuvre de génie : le progrès qui en est résulté pour la Médecine est un des plus grands qui aient été réalisés dans ce siècle.

» Une autre découverte mémorable de Bouillaud est celle qu'il a faite de l'influence des lésions des lobes antérieurs du cerveau sur la fonction du langage. Dès 1825, peu de temps après que Flourens, dans ses beaux

travaux sur les fonctions du système nerveux, avait affirmé l'unité fonctionnelle du cerveau, Bouillaud publiait ses *Recherches cliniques propres à démontrer que la perte de la parole correspond à la lésion des lobules antérieurs du cerveau*. Depuis lors, soit dans des Mémoires, soit dans ses Leçons cliniques, soit dans des Discours prononcés à l'Académie de Médecine, il revenait sur ce sujet, apportant de nouveaux faits à l'appui de ses premières recherches, et il s'efforçait de démontrer, de plus en plus clairement, que *le principe législateur de la parole* ou, comme il disait encore, *le principe coordinateur des mouvements de la parole* se trouve localisé, ainsi que le *sens du langage articulé,* dans les lobules antérieurs du cerveau. C'était la doctrine des localisations cérébrales opposée à la doctrine de Flourens.

» On sait que cette question des localisations cérébrales a été l'objet de très nombreuses investigations dans ces quinze dernières années. La plupart des physiologistes tendent à admettre actuellement que les diverses régions du cerveau proprement dit ont des missions fonctionnelles distinctes. Telle région serait chargée de l'incitation des mouvements volontaires; à telle autre serait dévolue la perception des sensations; telle autre encore serait particulièrement affectée aux opérations intellectuelles proprement dites et chacune de ces régions se subdiviserait : dans les districts moteurs, par exemple, une partie serait le point de départ des incitations volontaires destinées aux membres supérieurs; une autre aurait sous sa dépendance la motilité des membres inférieurs; une autre, celle de la face, etc. Près de cette dernière partie du cerveau se trouve le territoire cortical, considéré comme le centre de production de tous les actes qui concourent au langage articulé, à la parole, cet attribut exclusif de l'homme.

» Toutes ces données, si intéressantes au point de vue de la Physiologie, ont la plus grande importance pour la Médecine et la Chirurgie. Elles ont éclairé d'une lumière inattendue le diagnostic des lésions soit morbides, soit traumatiques, des parties superficielles du cerveau.

» Or, pour toute cette doctrine des localisations cérébrales, c'est Bouillaud qui a été l'initiateur. C'est lui qui, le premier, par des expériences bien faites, a montré que les lobes antérieurs du cerveau paraissent exercer une influence prépondérante sur les facultés intellectuelles. Et, bien que Gall eût déjà supposé que la fonction du langage devait avoir les parties antérieures du cerveau pour organe central, c'est à Bouillaud qu'on doit rapporter l'honneur de la découverte, car c'est lui qui, par ses recherches, a transformé cette hypothèse jusque-là sans consistance en une vraie théorie

scientifique. Si Broca, trente-six ans plus tard, est venu préciser le siège des lésions qui déterminent l'aphasie, il ne faut pas oublier que le premier pas vers cette localisation avait été fait par Bouillaud.

» Bouillaud a donc bien mérité de la Science, car il l'a dotée de vérités importantes, ignorées jusqu'à lui. Il a bien mérité de la Patrie, car la France peut s'enorgueillir de la gloire qu'il s'est acquise par ses travaux. Il a enfin bien mérité de l'Humanité par ses découvertes médicales, car tout progrès important de la Médecine est un bienfait pour le genre humain.

» Honneur donc à Bouillaud! honneur aussi à tous ceux qui ont contribué à l'érection de cette statue et ont voulu ainsi perpétuer le souvenir de ce médecin célèbre au milieu du pays qui l'a vu naître ! »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY

Après la lecture de la Correspondance par M. le Secrétaire perpétuel, M. le **Président** se lève et prononce les paroles suivantes :

« Messieurs,

« La France est veuve aujourd'hui d'un de ses plus grands écrivains, de l'homme qui, par les œuvres de son esprit, a porté le plus haut et le plus loin dans ce siècle la gloire de notre pays.

» Victor Hugo va descendre tout à l'heure dans la tombe, mais il est sauvé de la mort par la grandeur de son œuvre.

» Les années peuvent s'écouler maintenant, elles peuvent s'accumuler par centaines et par milliers, et toujours, à quelque époque que ce soit dans la série des temps, le jugement d'André Chénier sur Homère sera applicable à notre grand poète :

Trois mille ans ont passé sur la cendre d'Homère,
Et depuis trois mille ans Homère respecté
Est jeune encor de gloire et d'immortalité.

» Oui, l'œuvre de Victor Hugo est de celles qui bravent les ans et conservent, à travers les âges, la jeunesse de la gloire et de l'immortalité aux grands esprits qui les ont conçues.

» Messieurs, les cinq Académies de l'Institut de France doivent tenir à honneur de rendre un égal hommage à cette grande mémoire. Notre Bureau a l'honneur de vous proposer de suspendre aujourd'hui vos travaux en signe de deuil. »

L'Académie acquiesce à cette proposition, et la séance publique est levée.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Laguerre* pour remplir, dans la Section de Géométrie, la place laissée vacante par le décès de M. *Serret*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Laguerre** prend place parmi ses confrères.

MÉTÉOROLOGIE OPTIQUE. — *Sur un halo elliptique, circonscrit au halo de 22°, observé le 19 mai* 1885. Note de M. **A. Cornu**.

« Mardi dernier, vers une heure et demie de l'après-midi, j'ai aperçu, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du Soleil, deux arcs irisés d'un éclat extraordinaire, faisant évidemment partie du halo de 22°, si fréquent depuis quelques semaines. Les couleurs, aussi vives que celles de l'arc-en-ciel (rouge en dedans du cercle, orangé et vert au milieu, bleu violacé en dehors), se détachaient sur le bleu du ciel un peu cendré. Ces arcs occupaient chacun environ $\frac{1}{8}$ de circonférence ; le reste de la circonférence était complété par deux traînées blanchâtres en forme de croissants, dessinant bien par une ligne rousse le bord intérieur du halo.

» Un examen plus approfondi de ces traînées blanches montrait que leur bord extérieur, contrairement à ce qu'on observe d'ordinaire dans les halos, paraissait limité par une bordure plus intense. En suivant ce contour extérieur jusqu'aux arcs colorés, on reconnaissait facilement dans cette bordure l'apparence d'un second halo circonscrit au premier et le touchant le long de ces arcs irisés. Il était difficile de décider, à vue, laquelle de ces deux courbes était circulaire, laquelle était elliptique : n'ayant pas

sous la main d'appareil propre à ces observations, j'ai dû me contenter de relever sur une planchette, avec des épingles, les alignements du Soleil, des deux bords extérieurs du phénomène et de l'un des bords intérieurs (l'autre étant devenu trop faible pour être pointé) : l'approximation obtenue dépasse d'ailleurs le $\frac{1}{4}$ de degré, ce qui est bien suffisant pour ce genre d'observations.

» Le relevé de ces lignes a donné :

Distance du Soleil au bord extérieur de gauche......	27°
» » intérieur de gauche......	22° $\frac{1}{2}$
» » intérieur de droite.......	»
» » extérieur de droite.......	27°
Heure de l'observation.........................	2^h environ.

» Le phénomène a été presque aussitôt couvert par les nuages.

» Il résulte de ces données que la courbe intérieure n'était autre que le halo circulaire de 22°, et que la courbe extérieure était une ellipse allongée dans le sens horizontal.

» *Comparaison avec la théorie.* — En se reportant au Mémoire de Bravais (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXIe Cahier, p. 71), on reconnaît que la courbe additionnelle est le *halo circonscrit :* les apparences décrites et les résultats numériques rapportés ci-dessus confirment d'une manière complète l'explication proposée par Bravais. D'après cet illustre physicien, le phénomène serait le lieu des images solaires principales vues à travers les arêtes réfringentes de 60° d'aiguilles de glace supposées horizontales. Effectivement, l'éclat remarquable des arcs irisés dans le vertical solaire non moins que la faiblesse du reste des circonférences sont des arguments en faveur de la prédominance des arêtes horizontales.

» La valeur du demi-diamètre horizontal du *halo circonscrit* apporte une vérification numérique précise. Le Tableau VI du Mémoire précité (*loc. cit.*, p. 262) permet en effet de calculer ce demi-diamètre, lorsque l'on connaît la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon. L'observation ayant été faite à 2^h, la hauteur du Soleil était $h = 51°35'$ (1).

» D'où l'on conclut, par une interpolation proportionnelle des chiffres du Tableau VI, le résultat suivant :

	Calculée.	Observée.
Distance du Soleil à l'extrémité du grand axe du halo circonscrit..	27°5',3	27°

» La vérification est donc très satisfaisante.

---

(1) On en calcule la valeur h par les formules

$$\tang \varphi = \tang L \sec Æ, \quad \sin h = \sin L \cos(D - \varphi) \operatorname{cos\acute{e}c} \varphi,$$

dans lesquelles

$$Æ = 30°, \quad L = 48°50' \text{ (latitude)},$$
$$D = 19°52' \text{ (déclinaison du Soleil)}.$$

» *Polarisation du ciel et de la lumière du halo.* — L'éclat extraordinaire des arcs irisés m'a permis de répéter l'observation d'Arago (*loc. cit.*, p. 254) dans des conditions exceptionnelles de netteté. Les franges d'un polariscope Savart (muni à volonté d'un verre rouge) ont montré que la lumière du halo est polarisée dans un plan perpendiculaire à la direction qui joint le Soleil au point visé (¹) : c'est le caractère d'une polarisation par réfraction. Le maximum d'éclat des franges avait lieu brusquement sur le bord rouge intérieur du halo : les franges, faibles à l'intérieur, s'affaiblissaient rapidement au delà du maximum, puis s'effaçaient au point neutre de Babinet ou à celui de Brewster pour devenir complémentaires.

» La polarisation en dehors du vertical solaire était difficile à observer à cause de la faiblesse des franges, et probablement aussi à cause de la perturbation que produit sur la polarisation atmosphérique la présence de la couronne solaire, toujours visible depuis dix-huit mois. »

CHIMIE. — *Contribution à l'histoire du soufre et du mercure;* par M. **Berthelot.**

« 1. Dans les étuves des poudreries, où l'on dessèche la poudre de guerre à une température soigneusement ménagée et qui ne doit pas dépasser 60° à 65°, la poudre échauffée offre une odeur spéciale, rappelant à quelques égards l'acide sulfureux. Je me suis demandé si cette odeur était due à un commencement d'oxydation du soufre, peut-être même à la formation d'un oxyde inférieur de soufre, circonstance qui ne serait pas sans gravité au point de vue de la sécurité des étuves. Cette odeur est accompagnée d'ailleurs par la formation d'un sublimé spécial, que l'on peut récolter en plaçant des lames de verre à quelque distance de la masse de poudre. J'en ai ainsi, grâce à la complaisance de M. Lambert, directeur de la Poudrerie de Sevran, obtenu quelques grammes que j'ai soumis à l'analyse, en transformant le soufre en sulfate de baryte. L'analyse a donné, pour 100 parties :

Soufre	97,84
Azotate de potasse	0,90
Traces de charbon et matières indéterminées	1,26

(¹) En interposant une lame de glace convenablement inclinée, on arrive aisément à effacer les franges, par suite à déterminer le sens de la polarisation : la réflexion sur un objet poli qu'on amène dans le champ de vision offre un moyen encore plus facile.

» Ce n'est donc pas là un oxyde, mais du soufre pur, qui se sublime dès 60°, mêlé avec une petite quantité des matériaux fixes de la poudre, entraînés mécaniquement. L'odeur observée est l'odeur même du soufre. C'est la même que celle des bâtons de soufre échauffés par une légère friction. Le soufre ainsi sublimé est entièrement soluble dans le sulfure de carbone.

» La tension de vapeur qui répond à cette sublimation lente, opérée à 380° au-dessous du point d'ébullition du soufre sous la pression normale, n'est pas appréciable aux mesures manométriques. Elle doit être nulle ou sensiblement à la température ordinaire, vers 15°; car je ne crois pas qu'aucun transport de soufre sublimé ait été observé dans les vitrines et tubes de verre où l'on conserve, depuis un grand nombre d'années, des échantillons de soufre cristallisé pour les collections de minéralogie; sauf, peut-être, en des points susceptibles d'être frappés et échauffés par les rayons du soleil. La netteté permanente des angles des cristaux des collections écarterait également l'idée d'une sublimation lente.

» 2. Voici une observation analogue, relative à la vaporisation du mercure à la température ordinaire. Cette vaporisation est bien connue, et la tension même de la vapeur de mercure, calculée d'après les formules de Regnault, serait de $0^{mm},0268$ à 20°. Beaucoup de physiciens admettent que les vapeurs des corps réduites à une si faible tension ne possèdent plus la même faculté de diffusion indéfinie que les vapeurs à tension notable : leur atmosphère serait limitée. Cependant l'observation suivante semble indiquer que la vapeur de mercure conserve cette faculté à la température ordinaire. Dans un laboratoire où se trouve une grande cuve à mercure, il existait sur les planchettes d'une armoire vitrée, à 2^{m} du sol et à $2^{m},5$ de distance de la cuve, un flacon d'iode bouché à l'émeri. Il n'y avait pas de mercure, ni d'ammoniaque, ou d'acides volatils dans l'armoire; mais on l'ouvrait de temps à autre.

» Au bout de quelques années, j'ai observé que la partie externe du col, auprès de sa jonction avec le bouchon, s'était recouverte d'une couronne d'iodure rouge de mercure. La même observation a été faite dans deux salles différentes du Laboratoire. Il en résulte que la vapeur du mercure de la cuve s'était répandue peu à peu dans toute l'étendue de la pièce, jusqu'à ce qu'elle eût atteint le flacon d'iode, où il s'était formé de l'iodure, devenu visible après qu'il se fut graduellement accumulé pendant un long espace de temps. Il en résulte encore que les chimistes qui travaillent dans une pièce où se trouve une cuve à mercure, au Collège de France, par

exemple, en respirent sans cesse la vapeur, à dose bien faible sans doute, et telle qu'aucun des effets nuisibles de cette vapeur ne s'est jamais manifesté sur leur économie.

» 3. En présentant aujourd'hui à l'Académie le Mémoire de M. Sabatier ([1]), sur le polysulfure d'hydrogène et sur sa transformation dans la variété nouvelle de soufre, étudiée si élégamment par M. Gernez, il semble utile de rapprocher cette variété de celle que j'ai découverte, et qui se produit lorsqu'on met le soufre insoluble en contact avec l'hydrogène sulfuré. Le soufre devient ainsi soluble dans le sulfure de carbone ([2]), et ce changement est accompagné par un dégagement de $+2^{Cal},7$ par gramme ([3]). Mais le soufre transformé constitue un état isomérique spécial, transformable à son tour en soufre octaédrique avec une absorption de $-2^{Cal},6$ ([4]). Il serait intéressant d'étudier, à ce point de vue, la variété observée par M. Gernez, et de chercher si elle n'est pas identique avec la précédente. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Chatin adresse, pour le concours du grand prix des Sciences physiques, un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Recherches sur les organes tactiles des Insectes et des Crustacés. »

(Renvoi à la Commission du grand prix des Sciences physiques.)

M. P. Girod adresse, pour le concours du prix da Gama Machado (Recherches sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux), plusieurs travaux manuscrits ou imprimés accompagnés d'une analyse manuscrite.

(Renvoi à la Commission.)

M. de Perrodil adresse, pour le concours du prix Dalmont, avec une analyse manuscrite sur ses recherches mathématiques, un certain nombre d'ouvrages imprimés qui seront mentionnés au *Bulletin bibliographique* et

---

([1]) Voir plus loin, p. 1346.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIX, p. 440; 1857.
([3]) Même Recueil, 4e série, t. XXVI, p. 466; 1872.
([4]) Même Recueil, p. 467, 468.

un travail manuscrit portant pour titre : « Mémoire sur les lois de l'équilibre de tout système libre, invariable de figure, suivi de deux Notes, l'une sur les nombres incommensurables et l'autre sur les quantités négatives. »

(Renvoi à la Commission.)

M. Ripault adresse, pour le concours du prix Jean Reynaud, une Note intitulée : « De l'influx universel ».

(Renvoi à la Commission.)

Mlle E.-L. Bruyning van Erp adresse, de Montpellier, une Communication relative au vaccin du choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique informe l'Académie que la place d'Artiste ayant rang de Membre titulaire est actuellement vacante au Bureau des Longitudes, par suite du décès de M. *Breguet;* il la prie de vouloir bien présenter deux candidats pour cette place.

(Renvoi à la Commission qui sera prochainement nommée.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques des équations linéaires.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Hermite.

« Dans le tome 84 du *Journal de Crelle* et dans les *Mémoires de l'Académie de Naples*, M. Jordan a donné le moyen d'obtenir tous les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe linéaire à n variables et énuméré ces groupes jusqu'à $n = 4$ inclusivement. La formation effective des équations linéaires à coefficients rationnels admettant un de ces groupes de substitutions paraît difficile, au moins dans le cas le plus général (*voir*, à ce sujet, deux Notes de M. Poincaré dans le t. XCVIII des *Comptes rendus*, p. 984 et 1189). Dans le cas particulier des équations hypergéométriques d'ordre supérieur, on peut obtenir sans aucun calcul une infinité d'équations de cette forme, admettant un groupe donné de substitutions, pourvu que ce

groupe remplisse une certaine condition. Prenons, pour fixer les idées, l'équation hypergéométrique du troisième ordre que j'écris comme il suit :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} & x^2(x-1)y''' \\ & \quad + [(3+a_1+a_2+a_3)x-(1+b_1+b_2)]xy'' \\ & \quad + [(1+a_1+a_2+a_3+a_2a_3+a_3a_1+a_1a_2)x-b_1b_2]y' \\ & \qquad\qquad + a_1a_2a_3y = 0, \end{aligned}\right.$$

(voir *Annales de l'École Normale*, 2e série, t. XII, p. 278). Le groupe de cette équation contient une substitution qui, ramenée à sa forme canonique, sera de la forme

$$(x, y, z; x, y, \alpha z),$$

α étant différent de l'unité. Inversement, soit G un groupe fini contenu dans le groupe linéaire à trois variables, et supposons que ce groupe renferme une substitution S qui, ramenée à sa forme canonique, soit de la forme

$$(x, y, z; \omega x, \omega y, \omega' z),$$

ω' étant différent de ω. Soit T une autre substitution du groupe G qui, ramenée à sa forme canonique, soit

$$(X, Y, Z; AX, BY, CZ),$$

A, B, C étant trois nombres différents. Il est clair que le groupe dérivé de S et de T sera un groupe fini contenu dans G, et il en sera de même du groupe dérivé des deux substitutions $S' = \frac{1}{\omega}S$, $T' = \frac{1}{A}T$. Soit Σ la substitution S'T' et soit

$$(X, Y, Z; \alpha X, \beta Y, \gamma Z)$$

cette substitution réduite à sa forme canonique. Pour me borner au cas général, je supposerai que les six quantités $1, \alpha, \beta, \gamma, \frac{B}{A}, \frac{C}{A}$ sont toutes différentes. Cela posé, si, dans l'équation (1), on prend

$$1-b_1 = \frac{1}{2i\pi}\log\left(\frac{B}{A}\right), \quad 1-b_2 = \frac{1}{2i\pi}\log\left(\frac{C}{A}\right),$$

$$a_1 = -\frac{1}{2i\pi}\log\alpha, \quad a_2 = -\frac{1}{2i\pi}\log\beta, \quad a_3 = -\frac{1}{2i\pi}\log\gamma,$$

le groupe de l'équation (1) coïncidera avec le groupe dérivé des deux substitutions S' et T', et, par suite, l'intégrale générale sera une fonction algébrique de la variable. La démonstration résulte bien clairement de l'étude

que j'ai faite du groupe de l'équation (1) (*voir* le Mémoire déjà cité, p. 408). A cause des valeurs multiples du logarithme, les a et les b ne sont déterminés qu'à un nombre entier près, et les formules précédentes nous donnent, en réalité, une infinité d'équations, qui sont toutes de la même *famille*.

» Parmi les groupes finis énumérés par M. Jordan (*Journal de Crelle*, t. 84), le deuxième et le troisième type répondent à la question, pourvu qu'ils renferment une substitution de la forme

$$(x, y, z; ax, ay, cz)$$

ou une substitution de la forme

$$(x, y, z; ay, bx, \pm\sqrt{ab}z).$$

» Tous les types, à partir du quatrième, conviennent également. Ce quatrième contient la substitution B (p. 92)

$$B(x, y, z; y, x, -z),$$

et les trois autres, la substitution C (p. 207)

$$C(x, y, z; y, x, z).$$

Le cinquième type contient aussi la substitution D (p. 207)

$$D(x, y, z; jx, j\theta^2 y, jz),$$

où

$$j^3 = \theta, \quad \theta^3 = 1.$$

Il est donc aisé d'obtenir une infinité d'équations hypergéométriques du troisième ordre s'intégrant algébriquement. Comme exemple, je citerai le groupe d'ordre fini dérivé des deux substitutions

$$S(x, y, z; \rho y, \rho x, \rho^2 z), \quad T(x, y, z; z, y, x),$$

où

$$\rho = e^{\frac{2i\pi}{2m}},$$

qui reproduisent la forme $x^m - y^m + z^m$. On a, pour l'équation (1) correspondante,

$$b_1 = \tfrac{1}{3}, \quad b_2 = \tfrac{2}{3}, \quad a_2 - a_1 = \tfrac{1}{2}, \quad a_3 - a_1 = \frac{1}{2m}, \quad a_1 + a_2 + a_3 = \tfrac{1}{2}.$$

» Un autre exemple intéressant est fourni par le groupe fini d'ordre 168.

découvert par M. Klein, dont les substitutions reproduisent la forme

$$x_1^3 x_2 + x_2^3 x_3 + x_3^3 x_1$$

[KLEIN, *Ueber Transformation siebenter Ordnung der elliptischen Functionem* (*Mathematische Annalen*, Bd. XIV, p. 444)]. En associant, comme il a été expliqué plus haut, la substitution fondamentale de période 2 à la substitution fondamentale de période 7, on arrive à deux séries d'équations s'intégrant algébriquement, pour lesquelles les éléments a et b ont les valeurs suivantes :

$$b_1 \equiv \tfrac{1}{3}, \quad b_2 \equiv \tfrac{2}{3} \left\{ \begin{array}{lll} a_1 \equiv \alpha + \frac{1}{7}, & a_2 \equiv \alpha + \frac{2}{7}, & a_3 \equiv \alpha + \frac{4}{7}, \\ a_1 \equiv \alpha + \frac{3}{7}, & a_2 \equiv \alpha + \frac{5}{7}, & a_3 \equiv \alpha + \frac{6}{7}, \end{array} \right.$$

α ayant toujours l'une des valeurs $-\frac{1}{6}, \frac{1}{6}, \frac{1}{2}$. Un certain nombre de cas parculiers étaient déjà connus, d'après les recherches de M. Brioschi (*Annali di Matematica*, 2e série, t. XII, p. 65, et t. XIII, p. 15) et de M. Halphen (*Mathematische Annalen*, Bd. XXIV, p. 461).

» Les raisonnements qui précèdent s'appliquent, quel que soit l'ordre de l'équation hypergéométrique; il suffit, en général, que le groupe fini correspondant renferme une substitution de la forme canonique

$$(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}, x_n; \ \omega x_1, \omega x_2, \ldots, \omega x_{n-1}, \omega' x_n),$$

ω' étant différent de ω. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété des courbes à double courbure.* Note de M. V. JAMET.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie la proposition suivante :

» *La section faite dans une surface développable par un de ses plans tangents contient, outre la génératrice de contact, une courbe tangente à l'arête de rebroussement, et dont le rayon de courbure, au point de contact, est égal aux $\frac{3}{5}$ de celui de l'arête, au même point.*

» En effet, prenons pour axes de coordonnées la tangente Ox, la normale principale Oy et la binormale Oz, en un point O de l'arête de rebroussement; de telle sorte que, si l'arête ne présente en ce point aucune singularité, on puisse exprimer les trois coordonnées d'un point de cette courbe, en fonction d'un paramètre t, au moyen des formules suivantes :

(1) $$x = Rt, \quad y = St^2, \quad z = Tt^3,$$

R, S, T désignant des fonctions de t qui tendent vers des limites finies R_0, S_0, T_0, quand t tend vers zéro.

» Nous désignerons les dérivées de ces fonctions par R′, S′, T′, R″, S″, T″, etc.

» Les équations de la tangente à la courbe définie par les équations (1), au point (x, y, z), sont

$$\frac{X - x}{dx} = \frac{Y - y}{dy} = \frac{Z - z}{dz},$$

X, Y, Z désignant les coordonnées courantes. Elle coupe le plan xOy en un point dont les coordonnées X et Y s'expriment de la manière suivante :

$$(2) \qquad X = \frac{x\,dz - z\,dx}{dz}, \quad Y = \frac{y\,dz - z\,dy}{dz},$$

et, en chaque point de la courbe définie par ces deux dernières équations, on trouve

$$(3) \qquad dX = \frac{z(dx\,d^2z - dz\,d^2x)}{dz^2}, \quad dY = \frac{z(dy\,d^2z - dz\,d^2y)}{dz^2}.$$

» Par conséquent,

$$dX^2 + dY^2 = \frac{z^2[(dx\,d^2z - dz\,d^2x)^2 + (dy\,d^2z - dz\,d^2y)^2]}{dz^4}.$$

» D'ailleurs, en vertu des équations (1),

$$(4) \qquad \begin{cases} dx = (R + R't)dt, & d^2x = (2R' + R''t)\,dt^2, \\ dy = (2St + S't^2)dt, & d^2y = (2S + 4S't + S''t^2)\,dt^2, \\ dz = (3Tt^2 + T't^3)\,dt, & d^2z = (6Tt + 6T't^2 + T''t^3)dt^2. \end{cases}$$

» On en conclut que l'expression

$$\frac{z^2(dy\,d^2z - dz\,d^2y)^2}{dz^4\,dt^2}$$

tend vers zéro avec t, et que l'expression

$$\frac{z^2(dx\,d^2z - dz\,d^2x)^2}{dz^4\,dt^2}$$

tend vers $\frac{4}{9}R_0^2$, quand t tend vers zéro.

» D'ailleurs, on déduit des équations (3)

$$d^2X = \frac{z\,dz(dx\,d^3z - dz\,d^3x) + (dz^2 - 2z\,d^2z)(dy\,d^2z - dz\,d^2y)}{dz^3},$$

$$d^2Y = \frac{z\,dz(dy\,d^3z - dz\,d^3y) + (dz^2 - 2z\,d^2z)(dx\,d^2z - dz\,d^2x)}{dz^3}$$

et, par conséquent,

$$dX\,d^2Y - dY\,d^2X = \frac{z^2[(dy\,d^3z - dz\,d^3y)(dx\,d^2z - dz\,d^2x) - (dx\,d^3z - dz\,d^3x)(dy\,d^2z - dz\,d^3y)]}{dz^4}$$

$$= \frac{z^2}{dz^2}\begin{vmatrix} dx & dy & dz \\ d^2x & d^2y & d^2z \\ d^3x & d^3y & d^3z \end{vmatrix}.$$

» Mais on déduit des formules (4)

$$(5)\quad \begin{cases} d^3x = (3R'' + R'''t)\,dt^3, \quad d^3y = (6S' + 6S''t + S'''t^2)\,dt^3, \\ d^3z = (6T + 18T't + 9T''t^2 + T'''t^3)\,dt^3. \end{cases}$$

» Donc, en vertu des formules (4) et (5),

$$dX\,d^2Y - dY\,d^2X$$
$$= \frac{T^2}{(3T+T't)^3}\begin{vmatrix} R + R't & 2St + S't^2 & 3Tt^2 + T't^3 \\ 2R' + R''t & 2S + 4S't + S''t^2 & 6Tt + 6T't^2 + T''t^3 \\ 3R'' + R'''t & 6S' + 6S''t + S'''t^2 & 6T + 18T't + 9T''t^2 + T'''t^3 \end{vmatrix} dt^3,$$

et l'on en conclut que, quand t tend vers zéro, l'expression

$$\frac{dX\,d^2Y - dY\,d^2X}{dt^3}$$

a pour limite

$$\tfrac{4}{9}R_0S_0.$$

» Donc le rayon de courbure, à l'origine, de la courbe définie par les équations (2), est égal à

$$\left(\frac{2}{3}R_0\right)^2 : \frac{4}{9}R_0S_0 = \frac{2}{3}\,\frac{R_0^2}{S_0}.$$

» D'autre part, les formules (4) montrent que, quand t tend vers zéro, l'expression

$$\frac{dx^2 + dy^2}{dt^2}$$

tend vers

$$R_0^2,$$

et que l'expression

$$\frac{dx\,d^2y - dy\,d^2x}{dt^3}$$

tend vers

$$2R_0S_0.$$

» On en conclut que le rayon de courbure de l'arête de rebroussement

(égal à celui de sa projection sur le plan osculateur) a pour expression

$$\frac{R_0^2}{2S_0}.$$

» Donc le rapport de ces deux rayons de courbure est égal à $\frac{4}{3}$, ce qui démontre l'énoncé. »

M. **Darboux** fait, au sujet de cette Communication, la remarque suivante :

« L'élégante proposition démontrée par M. Jamet est connue depuis longtemps. M. O. Bonnet y avait été conduit par la Géométrie et l'avait communiquée à quelques personnes. M. Beltrami l'a aussi obtenue de son côté, et l'a démontrée par un calcul très simple. On pourra lire les démonstrations de MM. Beltrami et O. Bonnet au tome IV des *Nouvelles Annales de Mathématiques,* 2ᵉ série, p. 264 et suivantes. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la vérification des lois des vibrations des lames circulaires.* Deuxième Note de M. E. **Mercadier.**

« J'ai montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. C, p. 1290) que l'accord entre les résultats de la théorie et ceux de l'expérience pour les lames circulaires était d'autant plus défectueux que les lames étaient plus minces. La cause de cette discordance est intéressante à rechercher.

» Parmi les hypothèses diverses sur lesquelles s'appuie la théorie, il en est une qui n'est certainement pas remplie pour l'acier : c'est celle d'une homogénéité parfaite dans toute l'étendue de la lame. Dans toute masse d'acier ou de fer, il y a des soufflures et des agglomérations de matière de composition chimique et de dimensions différentes réparties dans la masse sans aucune régularité; il en résulte que l'élasticité peut varier beaucoup dans la direction de certains rayons des lames circulaires. Si, en outre, elles sont laminées, elles présentent toujours deux axes d'élasticité particuliers qui compliquent encore la structure moléculaire.

» Cette hétérogénéité intérieure peut être mise en évidence non seulement, comme on sait, en attaquant lentement les plaques avec un acide, mais encore, sans les altérer en rien, par des expériences qualitatives très simples. Il suffit, par exemple, de les poser sur des tiges de liège formant les sommets d'un triangle équilatéral inscrit dans la nodale circulaire relative au premier harmonique, et d'essayer de produire cette nodale avec du

sable, en frappant le centre avec un marteau de liège, expérience très facile et qui pourrait servir à juger de l'homogénéité de l'acier.

» En effet, à une homogénéité parfaite autour du centre doit correspondre une nodale parfaitement circulaire; or c'est un cas qui se présente assez rarement dans les disques d'une épaisseur de 1^{mm} et au-dessous ([1]). On obtient généralement soit des cercles plus ou moins déformés; soit des ellipses dont les axes ont le plus souvent, à très peu près, la direction des stries légères produites par le laminage et la direction perpendiculaire, et qui souvent sont déformées de façon à prendre une forme ovoïde; soit des triangles curvilignes présentant beaucoup de netteté quand leurs sommets coïncident sensiblement avec les trois points d'appui; soit des sortes d'hexagones dont les sommets seuls sont bien marqués par des amas de sable dans certains azimuts; soit enfin aucune forme nette de nodale.

» En même temps, la dissymétrie élastique des lames se manifeste à l'oreille par la complexité du son qu'elles produisent.

» La trempe ne paraît pas jouer un rôle notable dans ces phénomènes, car ils se produisent dans des lames de fer doux et des lames de fer-blanc, et, d'ailleurs, voici les expériences faites sur quatre plaques circulaires d'acier de même diamètre ($0^{m},15$), découpées, deux à deux, dans une même plaque d'acier et *recuites* après le découpage.

Numéros.	Épaisseurs e.	Nombre de vibrations n.	$\frac{e'}{e}$.	$\frac{n'}{n}$.	Différences.	Erreurs relatives.
	mm					
1........	1,03	394	»	»	»	»
2........	1,04	360	1,010	0,914	−0,096	−0,10
3........	0,740	324	»	»	»	»
4........	0,758	404	1,024	1,248	+0,224	+0,20

» On retrouve là des discordances comparables à celles déjà signalées. En outre, les lames n°s 1 et 2 ont une nodale elliptique, le n° 3 n'a pas de nodale de forme déterminée et le n° 4 a pour nodale un cercle un peu déformé. Deux autres plaques de même provenance donnent des différences de 4 et 5 pour 100 et des nodales circulaires déformée pour l'une, triangulaire curviligne à angles très ouverts pour l'autre.

» L'hétérogénéité, manifestée si simplement pour les lames minces, doit avoir évidemment une influence d'autant moins grande que les lames sont

---

([1]) La déformation des nodales circulaires a été indiquée pour des lames d'une épaisseur supérieure à 1^{mm} par tous les observateurs : Chladni, Strehlke, Wertheim, etc.

plus épaisses. On comprend que les différences entre la théorie et l'expérience se manifestent et s'aggravent, à mesure que l'épaisseur en diminuant tend vers un ordre de grandeur de plus en plus comparable aux dimensions des groupes de molécules qui diffèrent au point de vue chimique et physique, et produisent la dissymétrie par rapport au centre.

» Cette explication me semble confirmée par ce fait remarquable que, dans un corps élastique où la symétrie moléculaire n'est nécessaire que dans une ou deux directions, comme une lame rectangulaire allongée, la discordance signalée plus haut n'existe plus que dans des limites comparables aux erreurs d'expérience. J'ai vérifié en effet : d'abord, que la formule

$$(1) \qquad n = K\frac{e}{l^2},$$

où e représente l'épaisseur, l la longueur, n le nombre de périodes, K un coefficient égal à 53 20 134, qui résume les lois des vibrations des plaques rectangulaires en fer et en acier (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 911), s'applique, avec les écarts ordinaires de 1 à 2 pour 100 au plus, à des lames rectangulaires en acier dont l'épaisseur peut diminuer jusqu'à $0^{mm},5$ inclusivement.

» En second lieu, j'ai fait découper dans les lames circulaires 1, 2, 3 et 4 ci-dessus quatre plaques rectangulaires 1', 2', 3' et 4' de 140^{mm} de longueur sur 30^{mm} de largeur; j'ai déterminé leur nombre de vibrations et je l'ai calculé d'après la formule (1), pour montrer en même temps le degré d'exactitude de cette formule dans ce cas. On trouve ainsi :

Numéros.	Épaisseurs e.	Nombre de vibrations calculé.	Nombre de vibrations déterminé n.	$\frac{e'}{e}$.	$\frac{n'}{n}$.	Différences.	Erreurs relatives.
	mm						
1'...	1,03	279,6	280	»	»	»	»
2'...	1,04	282,2	288	1,010	1,028	+0,018	+0,018
3'...	0,740	200,9	198	»	»	»	»
4'...	0,758	205,6	202	1,024	1,020	−0,004	−0,004

» Il suffit de comparer les nombres renfermés dans les dernières colonnes des Tableaux ci-dessus pour juger du degré de probabilité de l'explication à laquelle je me suis arrêté.

» En résumé, dans tout ceci, la théorie mathématique des lames circulaires n'est pas ébranlée, puisque les divergences manifestées entre ses

résultats et ceux de l'expérience se trouvent expliquées par des circonstances qui paraissent bien difficilement accessibles au calcul. Malheureusement, ces circonstances empêchent de résoudre autrement que par tâtonnements le problème pratique qui consiste à construire des disques de fer ou d'acier, d'épaisseur inférieure à 1^{mm}, donnant un son calculé d'avance d'après leurs dimensions. Il n'en est pas de même pour les lames rectangulaires allongées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés particulières du courant électrique produit par la machine rhéostatique.* Note de M. **Gaston Planté.**

« Le flux d'électricité, obtenu à l'aide de la machine rhéostatique, déchargée en *quantité*, présente des propriétés particulières et permet de produire des effets que l'on ne pourrait obtenir ni avec l'électricité voltaïque seule, ni avec les appareils ordinaires de l'électricité statique.

» Ces effets sont à la fois mécaniques et calorifiques; mais l'action mécanique est beaucoup plus importante que l'action calorifique. J'ai déjà signalé les nœuds de vibration qui se forment dans un fil fin de platine ($\frac{1}{20}$ de millimètre) traversé par ce courant, et qui apparaissent à des intervalles presque réguliers, en se présentant sous la forme d'angles aigus réunis par des accolades. La distance entre ces parties plissées du fil varie avec la force électromotrice du courant; si l'on raccourcit le fil, il se déforme complètement, se plie et se replie sur lui-même dans tous les sens et finit bientôt, quoique non tendu, par se rompre spontanément.

» Si l'on fait agir ce courant sur un condensateur mince, à lame de mica, qui peut être percé, par suite de la haute tension en jeu, les phénomènes diffèrent complètement de ceux qui se manifestent lorsqu'une batterie secondaire de 800 couples agit seule sur un tel condensateur. Ici ce n'est plus une étincelle électrique ambulante qui se produit, il ne se forme plus un globule de feu avec l'étain et le mica fondus du condensateur; mais il se produit une série continue d'étincelles brillantes sur un même point, et le mica, au lieu d'être fondu, est pulvérisé en petits fragments lamellaires et projeté autour du condensateur, en formant comme une petite grêle artificielle de paillettes micacées. Ainsi c'est surtout un effet mécanique du courant qui se manifeste, au lieu d'un effet calorifique, et on a là un nouvel exemple de la variété des phénomènes que peut produire l'électricité, suivant la nature de la source d'où elle émane.

» Si l'on introduit un fil de platine, en relation avec l'un des pôles de la

machine rhéostatique de quantité, dans un tube capillaire ouvert à ses deux extrémités, et si l'on fait plonger l'une de ces extrémités dans un vase d'eau salée, l'autre pôle de la machine étant en communication avec le liquide, des étincelles, accompagnées d'un bruit sec particulier, apparaissent à l'extrémité du tube; en même temps, à chacune d'elles correspond un saut brusque du liquide dans le tube, et, comme ces étincelles se succèdent avec une extrême rapidité, le liquide n'ayant point le temps de redescendre, est sans cesse élevé par saccades jusqu'à une hauteur de $0^m,15$ à $0^m,20$, suivant la force électromotrice du courant. On a ainsi une véritable image des effets du bélier hydraulique, produits par une action mécanique due à l'électricité. Parmi les nombreuses analogies qui existent entre les phénomènes produits par des courants électriques de haute tension et les effets produits par des actions mécaniques proprement dites, celle-ci est assurément l'une des plus frappantes qu'on puisse signaler.

» Cette expérience permet en outre d'expliquer un phénomène naturel très singulier qui s'est manifesté pendant un violent orage, accompagné de pluie et de grêle, le 30 juillet 1884, à Ribnitz, dans le Mecklembourg-Schwerin, et qui, sans précédent connu jusqu'ici, a paru absolument inexplicable [1]. La foudre étant tombée sur une habitation, l'une des vitres de la fenêtre d'une pièce située au premier étage fut percée d'un trou étoilé, et, au moment de l'apparition de l'éclair, on constata l'irruption brusque d'une grande masse d'eau qui parut provenir de la surface du sol, s'éleva sous forme de jet vers le plafond et inonda toute la pièce. Ce fait, observé par plusieurs témoins, peut être considéré comme absolument hors de doute. Il nous paraît s'expliquer par un effet mécanique de l'électricité tout à fait analogue à celui qui se passe dans notre expérience.

» Quelle peut être la cause de ces effets d'aspiration produits par l'électricité, quand elle provient d'une source réunissant à la fois la quantité et la tension? Il est permis de penser qu'il se produit, dans ces conditions, des phénomènes de réaction et d'entraînement, comparables à ceux qu'on observe avec des flux de gaz ou de vapeur, sous une haute pression. Lorsque cette étincelle particulière, douée d'une grande puissance mécanique, éclate dans le tube capillaire, en même temps qu'il y a compression dans un sens, il y a raréfaction à l'entour, et la mobilité du milieu, au sein

---

(1) *Voir* la Note du Professeur Leonhard Weber (*Zeitschrift für Elektrotechnik,* par J. Kareis, 15 mai 1885, 3e année, p. 282).

duquel se produit le phénomène, fait que le liquide se précipite dans le vide formé, et peut ainsi effectuer un mouvement marqué d'ascension.

» Quant aux propriétés particulières du flux d'électricité, tenant à la fois de celles de l'électricité voltaïque et de l'électricité statique, qui produit ces phénomènes, on peut les attribuer à l'origine même de ce courant et surtout au milieu qui sépare les électrodes ou armatures. Ici, ce n'est pas un électrolyte liquide qui constitue ce milieu comme dans la pile, mais une matière éminemment élastique et isolante, telle que le mica; cependant elle est traversée ou mise en vibration sous l'action d'un courant de haute tension : car il se produit une étincelle de charge avec ces condensateurs, comme si les armatures avaient un lien quelque peu conducteur entre elles. Quand les condensateurs se déchargent, la lame de mica est également traversée, comme l'électrolyte d'une pile, et à la recomposition brusque qui se produit alors dans cette lame élastique correspond, dans le circuit extérieur aux condensateurs, un effet mécanique également brusque et instantané. De là, si cet effet est répété consécutivement un grand nombre de fois, un courant *sui generis* qui peut produire des phénomènes particuliers, tels que ceux que je viens de décrire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination et enregistrement de la charge des accumulateurs.* Note de MM. **A. Crova** et **P. Garbe**, présentée par M. Faye.

« L'application des accumulateurs à la mise en réserve d'une quantité considérable d'énergie électrique ou à la régularisation du débit des machines dynamo-électriques serait très pratique si l'on pouvait connaître exactement la quantité d'énergie ainsi emmagasinée et celle qui se trouve encore en réserve à une époque quelconque de leur fonctionnement. Nous sommes arrivés à la déterminer et à l'enregistrer automatiquement en nous basant sur les principes suivants. Admettons que les réactions chimiques qui se produisent sur les deux plaques de l'accumulateur se bornent, pendant la charge, à transformer la couche de sulfate de plomb de la lame positive en bioxyde de plomb, et celle de la lame négative en plomb métallique; la charge qui correspond à la décomposition de $1^{éq}$ de sulfate de plomb sur chaque lame transformera :

» 1° Au pôle positif, PbO, SO^3 en PbO^2, en libérant $1^{éq}$ de SO^3HO;

» 2° Au pôle négatif, PbO, SO^3 en Pb, en libérant $1^{éq}$ de SO^3HO.

» L'équivalent électrochimique du plomb étant $1^{mgr},0867$ et celui de

l'acide $0^{mgr},51445$, on voit que chaque coulomb emmagasiné agira, pour chaque plaque, sur $1^{mgr},0867$ de plomb, mettant en liberté $1^{mgr},0289$ d'acide.

» En réalité, les actions chimiques qui se produisent dans les accumulateurs ne sont pas tout à fait aussi simples, et nous avons observé des phénomènes qui appellent de nouvelles études; cependant, en ce qui concerne la détermination que nous nous sommes proposé de faire, cette théorie peut servir de guide.

» Nous nous sommes servis d'accumulateurs du genre Planté, modifiés par M. Faure, du type dit de 40 ampères-heure; le poids de la matière active est de 3^{kg}; nous les avons chargés avec 1^{lit} d'eau acidulée contenant $\frac{1}{10}$ en volume d'acide. Le liquide contient donc 184^{gr} d'acide sulfurique qui, s'ils entraient entièrement en combinaison, exigeraient 388^{gr} de plomb. Admettons que l'accumulateur puisse recevoir 40 ampères-heure ou 144000 coulombs; cette charge correspond à la réduction de $155^{gr},8$ de plomb sur l'une des lames et à la conversion en bioxyde d'un poids égal de plomb provenant du sulfate de l'autre lame : la quantité d'acide sulfurique mis en liberté sera donc $149^{gr},25$ ou bien $3^{gr},73$ par ampère-heure. Pour une charge de 40 ampères-heure, la diminution de poids des lames et l'augmentation de poids du liquide seront respectivement de 150^{gr} environ. Cette force motrice, proportionnelle à la charge, est largement suffisante pour indiquer ses variations et même pour les enregistrer.

» Nous y sommes arrivés par les moyens suivants :

» 1° Accumulateur de 40 ampères-heure. Intensité initiale du courant de charge, $5^{amp},6$. Densité initiale de l'acide, 1,04 à 15°. Quantité d'acide sulfurique contenue dans l'accumulateur, 62^{gr}. — La charge a été prolongée vingt-quatre heures, l'intensité du courant a diminué lentement d'abord; au bout de six heures, elle était de 5 ampères; un très léger dégagement gazeux se produisait sur les deux lames; la densité était 1,10, correspondant à 108^{gr} d'acide. Au bout de vingt-quatre heures de charge, la densité était devenue 1,145, accusant 200^{gr} d'acide dans le liquide. La variation de poids du liquide a donc été de 138^{gr}, c'est-à-dire assez voisine du poids calculé.

» En notant d'heure en heure la densité de l'acide et l'intensité en ampères, on peut donc dresser une Table qui servira, pour un accumulateur donné, à déduire la charge de la densité. Dans une série d'un nombre quelconque d'accumulateurs identiques, une détermination de ce genre, faite sur un seul, permettra de calculer la charge totale du système.

» Il est commode, pour des déterminations approchées, de se servir du densimètre de Rousseau; 1^{cc} de liquide prélevé dans l'accumulateur permet de se rendre compte immédiatement, au moyen de la courbe des quantités d'acide sulfurique contenues dans des solutions aqueuses de densités connues, de la charge actuelle de l'accumulateur.

» 2° On peut se baser sur les variations de densité du liquide pour construire un indicateur de la charge. Pour cela, à un orifice percé au fond de l'accumulateur, on adapte un tube de niveau terminé à sa partie supérieure par un réservoir très large, rempli d'un liquide non miscible, de densité voisine de celle de l'acide étendu; la surface de séparation des deux liquides dans le tube sert d'index. Dans nos expériences, nous nous sommes servis d'acide dont la densité initiale était 1,06, et d'éther benzoïque dont la densité à 15° est 1,05; le tout constitue une sorte de manomètre de Kretz d'une grande sensibilité; nous avons pu ainsi suivre la variation de charge d'un accumulateur, soit en le chargeant directement, soit en déchargeant un accumulateur chargé dans un autre déchargé; ce qui exige plusieurs jours; soit enfin pour étudier l'influence des diverses circonstances sur la charge. L'excursion a été, dans nos essais, de $0^m,08$ à $0^m,10$ pour une charge complète.

» 3° Nous avons adapté à l'orifice précédent un tube qui fait communiquer le liquide avec une capsule manométrique fermée par une membrane en caoutchouc qui, sous l'influence de la pression du liquide, variable avec sa densité, fait marcher un levier coudé très léger. On peut ainsi faire indiquer, par une aiguille mobile sur un cadran gradué, la charge de l'accumulateur.

» 4° Enfin, il est préférable d'utiliser la variation de poids des lames de plomb pour actionner l'indicateur. Nous suspendons l'accumulateur plongeant librement dans le liquide acide à l'un des bras d'une balance munie, sur le prolongement de l'aiguille indicatrice, d'une tige chargée d'un contrepoids qui la transforme en une sorte de peson. L'accumulateur étant équilibré par un poids mobile sur l'autre bras de levier, l'aiguille indique les variations de charge. Cette disposition est identique à celle qui a été appliquée par l'un de nous [1] à l'enregistrement du baromètre : elle est

---

[1] A. Crova, *Description d'un nouveau baromètre-balance enregistreur* (*Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier*, année 1875, et *Bulletin météorologique de l'Hérault*, année 1875). Cet enregistreur fonctionne régulièrement à la Faculté des Sciences depuis 1872.

très commode et très précise. Dans notre appareil, l'aiguille est en bois léger et a 1^m de longueur; on arrive facilement à lui faire parcourir plus de $0^m,20$ pour une charge complète. Nous adaptons au sommet de l'aiguille un pointeur à encre, qui se meut entre une tringle en acier horizontale et une bande de papier qui se déroule verticalement. Une horloge électrique envoie toutes les dix minutes un courant qui, actionnant un électro-aimant, applique l'aiguille contre le papier quand celui-ci avance de 1^{mm}.

» Nous avons ainsi obtenu des courbes d'une régularité remarquable soit pour la charge, soit pour la décharge, et leur netteté permet l'étude des particularités les plus délicates de la charge des accumulateurs.

» Nous joignons à cette Note une bande de notre enregistreur portant plusieurs courbes de charge et de décharge, obtenues dans des conditions variées; avec une décharge de 3^{amp} environ, la courbe est rectiligne pendant quinze heures et accuse une uniformité remarquable de débit pendant ce temps. »

CHIMIE. — *Sur le phénomène de la surfusion cristalline du soufre et sur la vitesse de transformation du soufre prismatique en octaédrique.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Debray.

« J'ai établi, dans une Communication antérieure ([1]), que le soufre octaédrique peut être produit et conservé, sans changement de forme, à toutes les températures jusqu'à son point de fusion, mais que, au delà d'une température voisine de $97^\circ,6$ et variable avec les opérations antérieures qu'il a subies, il éprouve *nécessairement*, lorsqu'il est en contact avec une parcelle de soufre prismatique (monosymétrique), une transformation en éléments prismatiques. J'ai proposé de désigner sous le nom de *surchauffe cristalline* l'état d'équilibre instable où se trouve le soufre octaédrique entre la température de 97° et son point de fusion. J'ai mesuré la marche de la transformation des cristaux d'une forme en l'autre dans des conditions très diverses et montré que cette étude peut mettre en évidence les modifications isomériques que le soufre a éprouvées.

» Le phénomène inverse du précédent, changement du soufre prismatique en octaédrique, présente, pour des températures décroissantes, un

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 810 et 915, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 266.

retard analogue à celui qui se manifeste avec l'autre pour des températures croissantes : les prismes, refroidis après leur production, sont susceptibles de se changer en éléments octaédriques; mais cette transformation ne se produit pas forcément dès qu'ils sont à la température où elle est possible, et M. Mallard (1) a récemment proposé de nommer *surfusion cristalline* l'état d'équilibre instable du soufre prismatique aux températures où il peut éprouver, mais où il n'a pas encore subi cette modification. Cet état présente des singularités qui me paraissent n'avoir jamais été signalées, et c'est ce qui m'engage à faire connaître les résultats des recherches systématiques que j'ai pu effectuer sur ce phénomène, en mettant à profit la propriété qu'ont les cristaux octaédriques de provoquer *à coup sûr* la transformation des prismes en octaèdres dans les limites de température où la forme octaédrique est la seule qui soit stable.

» Tout le monde a observé la dévitrification des prismes produits par fusion, mais ceux qui ont apporté quelque attention au phénomène ont dû être frappés des anomalies qu'il présente; c'est que, comme on le verra plus loin, toutes les circonstances des expériences ont une influence notable sur le fait observé et les difficultés de l'interprétation des résultats seraient inextricables si l'on n'opérait dans des conditions définies avec une extrême précision : c'est ce que je me suis efforcé de faire. A cet effet, employant un dispositif analogue à celui que j'ai déjà décrit, je me suis servi, comme matière première, de soufre octaédrique natif ou cristallisé dans le sulfure de carbone, puis pulvérisé lentement et chauffé pendant vingt-quatre heures, dans une étuve où il perdait les dernières traces de sulfure de carbone à une température de 90°, inférieure à celle où les octaèdres peuvent se changer en prismes. On introduit cette poussière dans des tubes de verre cylindriques extrêmement minces et de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre, et on élimine les poussières adhérentes aux parois internes du tube par combustion dans un courant d'air sec.

» Le soufre étant fondu à une température T, maintenue constante pendant un temps τ, on retire le tube du bain de fusion et on le fait rapidement passer dans le bain de surfusion, à la température t, où il séjourne un temps τ'; on touche alors le liquide avec un cristal prismatique porté à l'extrémité d'un fil de platine, et des prismes se développent aussitôt d'un bout à l'autre du tube. On le transporte alors dans le bain à la température θ, où l'on étudie la transformation. On la provoque au moyen d'un

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 217.

petit cristal octaédrique qu'on écrase à la surface du soufre prismatique, et l'on peut en suivre les progrès.

» En procédant de cette manière, on opère dans des conditions nettement définies et sur du soufre prismatique dont on connaît les circonstances de production, lesquelles peuvent être très diverses, et je dirai même nouvelles, car, sous l'influence d'un germe cristallin, on peut provoquer dans le liquide surfondu la formation des prismes non seulement aux températures supérieures à 97°, où ils sont stables, mais aussi à des températures bien inférieures à cette limite, où la forme prismatique est instable.

» Dans ces expériences, si, au lieu d'écraser un cristal octaédrique sur la surface libre du soufre prismatique, en vue d'en provoquer la transformation, on agit avec assez de précaution pour n'amener au contact de cette surface qu'une pointe d'octaèdre, on voit, dans le solide translucide, avancer graduellement une masse opaque de forme nettement octaédrique qui gagne peu à peu l'ensemble du soufre prismatique; cette propagation se distingue avec une netteté presque aussi grande que le développement de cristaux octaédriques dans le liquide surfondu.

» Cette dévitrification se produit avec un caractère particulier, lorsqu'on opère sur du soufre fondu à une température peu éloignée du point de fusion (130°), transformé en prisme vers 90° et étudié à une température qui ne soit pas trop inférieure à la température de 97°, vers 85° par exemple; vient-on à provoquer la dévitrification à cette température, on la voit se propager à l'opacité relative qui se manifeste dans la masse translucide; vient-on, au bout de quelque temps, à abaisser la température, on constate bientôt que tout le reste des prismes s'est dévitrifié et l'on est surpris de trouver que la région dévitrifiée antérieurement semble relativement translucide. On peut interpréter ce résultat en remarquant que, la transformation des prismes en octaèdres étant accompagnée d'un dégagement de chaleur, il peut se produire, à une température suffisamment élevée, une agglutination des éléments octaédriques qui restent, au contraire, disjoints lorsqu'ils ont été produits à basse température. Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les résultats qu'on observe lorsqu'on fait varier T, t, θ, τ et τ'. »

CHIMIE. — *Sur la composition du persulfure d'hydrogène et sur la variété nacrée du soufre.* Note de M. P. SABATIER, présentée par M. Berthelot.

« 1. Le persulfure d'hydrogène, préparé par la méthode ordinaire, est un liquide huileux dont la composition varie de HS^5 à HS^{10} et qui paraît être un mélange d'un persulfure défini de nature inconnue avec un excès de soufre dissous. Hoffmann aurait, par l'intermédiaire du sulfhydrate de sulfure de strychnine, obtenu un composé défini HS^3. Beaucoup d'auteurs, guidés par les analogies de propriétés avec l'eau oxygénée, attribuent au persulfure vrai la formule HS^2 et l'appellent bisulfure d'hydrogène.

» Le persulfure ayant une odeur très vive, j'ai pensé qu'il devait avoir une tension notable de vapeur et j'ai tenté de le distiller. J'ai réalisé la distillation normale du persulfure en opérant sous basse pression.

» La matière est préparée avec soin par le procédé Thenard, en faisant arriver dans de l'acide chlorhydrique concentré refroidi vers $-10°$ une solution froide de polysulfure calcique. Le liquide jaunâtre assez stable, bien desséché, est introduit dans un petit appareil distillatoire très simple, formé d'un petit ballon à col court, muni d'un tube à ampoules qu'on entoure de glace et qui communique avec une trompe à vide. La pression étant de $0^m,04$ à $0^m,10$, on chauffe au bain-marie le ballon où la distillation s'opère régulièrement (de 60° à 85°). Au début, les vapeurs se détruisent et viennent déposer sur les parois du tube froid une mince couche blanche de soufre. Puis le persulfure se condense en gouttelettes *incolores*, qui ruissellent et viennent se réunir dans les ampoules. A la fin de l'expérience, il faut chauffer davantage (vers 90°) la matière, qui devient rougeâtre : alors les gouttelettes qui se forment près du col deviennent jaunâtres, comme si une certaine dose de vapeur de soufre passait à la distillation.

» Finalement il reste dans les ampoules un liquide mobile, très limpide, d'un jaune clair brillant, qui émet une odeur extrêmement irritante [1].

» Cette substance est assez stable, elle se laisse peser et analyser. Plusieurs analyses ont donné pour le soufre combiné à l'acide sulfhydrique :

	57,9
	59,2
Moyenne........	58,5

[1] Dans une opération j'ai obtenu ainsi $4^{gr},5$ de ce liquide.

sur 100 de persulfure. Ce résultat conduirait à la formule H^2S^5, intermédiaire entre HS^3 et HS^2. Mais les diverses conditions de l'expérience me portent à attribuer au persulfure distillé la formule HS^2. Les gouttelettes incolores (ou très peu colorées) qui se condensent pendant la partie moyenne de la distillation auraient cette composition : l'excès de soufre est fourni par la portion décomposée au début, et sans doute aussi par une certaine dose de vapeur de soufre réellement entraînée par les vapeurs du bisulfure.

» 2. Quand on met en contact dans un vase bien fermé du persulfure d'hydrogène et de l'éther ordinaire, celui-ci demeure d'abord limpide, puis, surtout si l'on agite, on voit apparaître dans la liqueur des lamelles incolores rhombiques, d'abord irisées, qui atteignent bientôt une longueur assez grande.

» Les mêmes cristaux se produisent, mais plus lentement, avec l'éther acétique; ils se forment aussi, mais avec moins d'éclat, dans l'alcool éthylique et dans l'alcool amylique : le liquide, d'abord incolore, devient laiteux et se remplit ensuite de cristaux nacrés.

» J'ai vérifié que ces lamelles sont des cristaux nacrés de soufre, variété signalée l'année dernière par M. Gernez : car, si à l'aide d'une baguette on transporte l'une d'elles au sein d'une solution sursaturée de soufre dans la benzine, il se produit immédiatement une cristallisation abondante et rapide, offrant des caractères identiques.

» Les lames nacrées se transforment promptement en soufre octaédrique opaque, surtout au contact d'octaèdres déjà formés.

» Cette production de soufre cristallisé par l'action du persulfure sur les alcools ou les éthers est toujours accompagnée de la destruction assez prompte du sulfure. Elle me paraît due à la formation d'une combinaison temporaire, qui se décompose avec élimination de soufre nacré (¹). Cette action, intéressante pour l'histoire du persulfure, fournit *un moyen sûr et pratique d'obtenir immédiatement la variété nacrée du soufre*.

» Les carbures et dérivés, tels que la benzine, le pétrole, le chloroforme, ne donnent nullement cette réaction : ils dissolvent seulement le persulfure sans décomposition notable. »

(¹) Les mêmes cristaux nacrés se produisent quand on ajoute de l'éther à la solution saturée de soufre dans le sulfure de carbone : l'éther se mélange à ce dernier, et le soufre chassé cristallise.

CHIMIE. — *Sur le produit d'addition* $PhFl^3Br^2$ *obtenu par l'action du brome sur le trifluorure de phosphore.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« Dans deux Notes précédentes ([1]), nous avons indiqué les moyens de préparation, les propriétés et l'analyse d'un nouveau corps gazeux que nous avons regardé comme étant le trifluorure de phosphore. Les procédés analytiques employés dans ces recherches étant assez délicats, nous avons tenu à étudier complètement l'un des dérivés formés par ce gaz avec le chlore, le brome ou l'iode, afin d'apporter une nouvelle preuve à l'appui de la formule $PhFl^3$ que nous lui avons donnée.

» Lorsque l'on fait agir le chlore sur le trifluorure de phosphore, on obtient un corps gazeux à la température ordinaire qui ne se prêtait pas facilement à l'étude que nous en voulions faire. L'iode fournit un corps solide jaune à chaud, rouge à froid, qui ne s'obtient qu'à 300° ou 400°, de telle sorte que le verre du vase dans lequel se fait l'expérience est attaqué et les résultats n'ont plus la netteté désirable. Le brome fournit à — 10° un corps liquide dont nous avons étudié les réactions.

» Pour obtenir le produit d'addition fourni par le brome et le trifluorure de phosphore, il faut éviter avec soin la présence de l'humidité. Le brome séché d'abord au moyen d'acide sulfurique est placé dans un petit tube, entouré d'un mélange réfrigérant.

» Le courant de fluorure phosphoreux passe sur de la ponce sulfurique et abandonne toute trace d'eau dans un petit tube en U rempli de fragments de potasse. Le gaz est entièrement absorbé et le brome ne tarde pas à se décolorer si le fluorure de phosphore est en excès.

» On obtient ainsi un corps liquide, très mobile, d'une couleur ambrée, donnant au contact de l'air des fumées plus abondantes que le perchlorure de phosphore. En présence de l'eau, il se décompose avec violence en fournissant des acides bromhydrique, fluorhydrique et phosphorique. On comprend aisément que la vapeur de ce composé agisse avec énergie sur les organes de la respiration et amène en quelques instants une irritation de la gorge et des bronches. Si l'on refroidit ce liquide au-dessous de — 20°, il fournit de petits cristaux d'un jaune pâle qui ne tardent pas à reprendre l'état liquide aussitôt qu'on les sort du mélange réfrigérant.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 655, et t. C, p. 272.

» L'analyse de ce corps liquide, dans lequel on a dosé le brome à l'état de bromure d'argent et le phosphore à l'état de pyrophosphate de magnésie, nous a conduit à la formule $PhFl^3Br^2$.

» Quand on a obtenu ce pentafluobromure de phosphore $PhFl^3Br^2$ et qu'on lui laisse reprendre la température du laboratoire, on voit vers 15° des bulles gazeuses se dégager en abondance; en même temps des cristaux se produisent et, si la température s'élève lentement, ces cristaux sont d'une belle couleur jaune. Après quelques heures, le liquide est entièrement remplacé par une masse de ces cristaux jaunes. Si la température s'élève plus rapidement, on obtient parfois des cristaux transparents d'un rouge de rubis, fumant à l'air et attirant l'humidité pour tomber en déliquescence. Chaque fois que la saturation du brome par le trifluorure de phosphore n'a pas été poussée à l'excès, on obtient les cristaux rouges.

» Si l'on prépare le composé liquide $PhFl^3Br^2$ à — 10°, qu'on l'enferme dans un tube scellé, puis qu'on l'abandonne dans le laboratoire, les cristaux jaunes ne tardent pas à se produire. En douze heures, la transformation est complète. Le tube est alors ouvert sous le mercure, et l'on recueille un gaz dont les propriétés sont celles du pentafluorure de phosphore de M. Thorpe (1), gaz d'une odeur piquante, très fumant à l'air, immédiatement décomposé par l'eau. Le corps solide qui reste dans le tube, qu'il soit jaune ou rouge, a toujours la même composition; il renferme 7,19 de phosphore et 92,81 de brome : c'est le pentabromure de phosphore $PhBr^5$.

» De telle sorte que, par une faible élévation de température, le composé $PhFl^3Br^2$ se dédouble et fournit du pentafluorure de phosphore et du pentabromure de phosphore, en vertu de l'équation

$$5\,PhFl^3Br^2 = 3\,PhFl^5 + 2\,PhBr^5.$$

» Nous avons tenu à vérifier cette égalité. Pour cela, nous avons fait arriver un courant de trifluorure de phosphore pur et sec dans un tube de verre étiré, renfermant un poids connu de brome. A la suite de ce petit appareil se trouvait un tube à boules renfermant une solution d'azotate d'argent, acidifiée par l'acide azotique, afin de retenir les vapeurs de brome qui pouvaient être entraînées. Cette quantité était déduite du poids de brome mis en expérience. Après saturation du brome, le tube a été fermé à la lampe et pesé. De son augmentation de poids, on a déduit la compo-

(1) *Proceedings of the Royal Society*, t. XXV, p. 122.

sition du corps $PhFl^3Br^2$, qui théoriquement doit renfermer : Br pour 100, 64,51, et $PhFl^3$ pour 100, 35,49. Nous avons trouvé, en opérant ainsi sur $3^{gr},539$ de brome, les chiffres suivants : Br pour 100, 64,02; $PhFl^3$ pour 100, 35,90.

» Le tube scellé a été laissé à la température du laboratoire, et, deux jours après, on l'a ouvert sur la cuve à mercure. Le pentafluorure de phosphore a été recueilli, puis le tube a été fermé et pesé de nouveau. On obtenait ainsi les poids de pentafluorure et de pentabromure formés.

» La formule de la réaction donnée plus haut indiquerait 30,47 pour 100 de pentafluorure et 70,53 pour 100 de pentabromure; nous avons trouvé 29,46 pour 100 pour le premier et 69,51 pour le second [1].

» Outre les analyses qui ont été faites du composé solide restant dans le tube, nous nous sommes assuré qu'il présentait bien les propriétés du pentabromure de phosphore. Nous devons rappeler que M. E. Baudrimont [2] a démontré le premier que le pentabromure de phosphore présentait deux états isomériques et qu'on pouvait l'obtenir en cristaux jaunes ou rouges dont il a décrit les caractères.

» Les cristaux rouges obtenus dans nos expériences deviennent jaunes par le frottement. Chauffés dans un tube scellé, ils se volatilisent sans fondre en se décomposant partiellement. Par le refroidissement, la combinaison se reproduit. Chauffés légèrement dans un courant de gaz inerte, ils abandonnent du brome et laissent un corps liquide qui est le tribromure $PhBr^3$. Toutes ces réactions se rapportent bien au composé $PhBr^5$.

» En résumé, le trifluorure de phosphore se combine facilement au brome pour donner le composé $PhFl^3Br^2$, composé qui se dédouble à 15° en pentafluorure et pentabromure de phosphore. »

MINÉRALOGIE. — *Synthèse accidentelle de l'anorthite.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« En réparant récemment un des fours de l'usine à gaz de Vaugirard, on s'est trouvé en présence de massifs pierreux provenant de la fusion,

(1) Ces différences de 1 pour 100 tiennent à ce que le tube a été pesé successivement plein d'air, de trifluorure et enfin de pentafluorure de phosphore. Comme les corrections que nous aurions pu faire n'eussent été qu'approchées, nous avons préféré donner les chiffres tels que nous les avons obtenus.

(2) Thèse de doctorat de la Faculté des Sciences de Paris, p. 103; 1864

maintenue pendant quinze à dix-huit mois, des matériaux dits *réfractaires*, dont la partie inférieure de ces fours avait été construite. Leur structure évidemment cristalline, sans analogie avec celle des briques et du ciment primitifs, attira l'attention du régisseur, M. Albert Leroy, qui voulut bien m'en remettre des échantillons. Grâce à son obligeance, dont je le remercie, j'ai pu faire de ce produit accidentel une étude complète.

» La matière est une pierre grise, grenue, caverneuse et géodique dont la ressemblance avec maintes laves volcaniques est manifeste à première vue. Sa densité est égale à 2,7. Dans certaines parties se trouvent des grenailles parfois volumineuses de fer métallique qu'il paraît légitime d'attribuer à des fragments d'outils. A la loupe, on voit de longues aiguilles hyalines qui se détachent sur un fond sombre.

» En lame mince, au microscope, on constate que ces aiguilles, très actives sur la lumière polarisée, sont fréquemment des macles hémitropes. Elles s'éteignent suivant des angles qui varient de 35° à 45°, et présentent tous les caractères optiques de l'anorthite. On y voit des inclusions variées, fluides et solides. Parmi ces dernières sont des grains noirs, opaques, ayant l'allure du fer oxydulé ou du graphite et des boules hyalines, seulement visibles dans les directions où elles éteignent la lumière polarisée.

» Beaucoup des cristaux dont il s'agit, qui atteignent plusieurs millimètres de longueur, sont réduits à des squelettes enveloppant des matières étrangères. Celles-ci, repoussées par le fait même de la cristallisation, forment un amas selon l'axe des aiguilles, et les sections perpendiculaires à la longueur donnent des apparences tout à fait comparables à celles d'où la chiastolithe tire son nom.

» Dans la matière sombre qui enveloppe les grandes aiguilles d'anorthite, on voit en abondance des microlithes du même feldspath et des grains plus ou moins foncés se colorant brillamment entre les nicols, et qu'on est autorisé à considérer comme étant de nature pyroxénique.

» Un fragment de la roche accidentelle de Vaugirard, abandonné dans l'acide chlorhydrique concentré, se réduit en poussière au bout de quelques jours. Le liquide, coloré en jaune, donne les réactions très nettes de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de fer et de la chaux. Toute l'anorthite n'est cependant pas dissoute; le résidu, lavé et séché, fournit des myriades d'aiguilles feldspathiques, les unes émoussées comme les bâtons de sucre d'orge sucés par les enfants, les autres presque intactes et qu'on peut étudier cristallographiquement. Avec ces aiguilles se présentent des tables cristallines rhombiques qui sont du pyroxène. Ces élé-

ments sont mélangés à une matière grisâtre dont la composition ne paraît pas être chimiquement définie.

» On sait que l'anorthite, reproduite avec tous ses caractères par MM. Fouqué et Lévy, s'est développée fortuitement dans différentes circonstances. C'est ainsi qu'on peut considérer comme une anorthite à base de baryte les longs cristaux incolores que MM. Fremy et Feil ont obtenus comme produit accessoire dans leur belle synthèse du corindon. D'un autre côté, la paroi vitrifiée d'un moufle de zinc a présenté à MM. Schultze et Stelzner des lamelles hémitropes d'un minéral incolore triclinique rapporté à une anorthite zincique. Sans multiplier ces exemples, je me bornerai à faire remarquer, en terminant, que le produit de l'usine de Vaugirard offre les analogies les plus intimes avec quelques-unes des roches cristallines engendrées à Commentry, aux dépens des schistes charbonneux, par l'incendie spontané des houillères. On sait que l'une de ces roches, les mieux caractérisées, consiste précisément en un agrégat de cristaux très nets d'anorthite, auxquels du pyroxène est associé en quantité plus ou moins grande. La seule différence très sensible entre les deux roches réside dans les dimensions des éléments feldspathiques, plus volumineux à Vaugirard qu'à Commentry. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie microscopique du Dentale.* Note de M. **H. Fol**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les classiques recherches de M. de Lacaze-Duthiers sur l'organisation de ce type important avaient épuisé le sujet pour de longues années; j'ai eu amplement l'occasion de constater et d'admirer la scrupuleuse exactitude de cette description. Mais, depuis l'époque de sa publication, la Science a marché, de nouveaux points de vue ont surgi, qui faisaient désirer un examen renouvelé de bien des détails.

» Nous allons jeter un coup d'œil sur les faits nouveaux que nous a révélés l'étude de la structure microscopique des divers systèmes d'organes du *Dentalium entale*, des plages de Roscoff.

» L'épiderme n'est rien de plus qu'un épithélium simple, dont les caractères varient suivant les régions. Aux deux extrémités du tube constitué par le manteau, mais principalement à son extrémité large ou supérieure, une partie des cellules de cette couche est modifiée de manière à former un amas de glandes unicellulaires très volumineuses. Chacune des cellules glandulaires s'enfonce dans le tissu dermique sous-jacent et prend la forme

d'une bouteille ou d'une cornue presque entièrement remplie d'une sécrétion granuleuse. Le volume de l'une de ces glandes unicellulaires peut dépasser celui de 100 des cellules épidermiques ordinaires. C'est à elles qu'on peut assigner le rôle principal dans la sécrétion de la coquille.

» Les ganglions nerveux se composent d'une substance corticale grise et d'une substance intérieure blanche. Cette dernière est formée exclusivement de fibrilles nerveuses, sans névroglie, et se continue directement dans les diverses branches nerveuses. La substance grise est formée de cellules ganglionnaires, toutes unipolaires, disposées en masses compactes et entremêlées seulement de quelques cellules de soutien. Les ganglions cérébroïdes présentent des groupes de très grosses cellules alternant d'une manière parfaitement régulière avec d'autres masses formées uniquement de cellules ganglionnaires beaucoup plus petites. La substance corticale des ganglions pédieux est formée seulement de cellules ganglionnaires moyennes, et cette couche s'étend sur la surface des connectifs qui relient les ganglions cérébroïdes à ceux qui sont situés à côté de l'anus et aux nerfs respiratoires.

» Les fibres nerveuses sont très pâles, cylindriques et totalement dépourvues de tout noyau. Les cellules ganglionnaires ont, par contre, un très gros noyau renfermant un nucléole et un réseau de substance chromatique.

» Les muscles sont composés de fibres rubannées, lisses, assez longues et disposées comme celles des muscles lisses des vertébrés supérieurs. De petites travées de substance protoplasmique relient chaque fibre à ses voisines et donnent à son bord un aspect dentelé. Chaque fibre est munie d'un noyau allongé en forme de bâtonnet qui, avec le petit amas de protoplasme qui l'enveloppe, est incrusté dans un petit enfoncement de la face latérale de chaque fibre.

» Dans le pied, les muscles prennent une disposition des plus régulières et forment deux couches circulaires externes, entourant une trentaine de faisceaux longitudinaux, séparés par des faisceaux transversaux. Ces derniers traversent en divers sens le vaste sinus qui occupe l'axe de l'organe.

» Les tentacules buccaux comprennent un épiderme, un épithélium interne et, entre deux, une rangée de fibres musculaires longitudinales. Le canal interne est en communication avec les sinus sanguins, mais ne débouche nulle part à l'extérieur.

» Le tube digestif est tapissé dans toute sa longueur par un épithélium simple dont les caractères varient suivant les régions. Dans l'estomac, la

majeure partie de l'intestin et certaines bandes qui règnent le long de l'œsophage et des abajoues, les cellules épithéliales ont un caractère nettement glandulaire. Les autres parties de l'œsophage, des abajoues, ainsi que les lèvres, portent un épithélium cilié. Là où les cils sont gros, je distingue très nettement, au point où chacun d'eux s'insère sur le corps de la cellule, un petit grain d'une substance qui prend la couleur exactement de la même façon que la chromatine du noyau. Dans la poche de la radule, la portion de l'épithélium qui ne sert pas de matrice à cet organe de trituration présente une forme histologique toute spéciale : chaque élément cellulaire est surmonté d'un appendice cuticulaire en forme de palette.

» Le foie et le rein sont des poches creuses, digitées, dont la paroi est formée par un épithélium glandulaire simple. Les noyaux de ces cellules contiennent un nucléole et un boyau nucléen de substance chromatique qui paraît continu. Les deux moitiés du rein sont reliées entre elles par une poche commune située au-dessous de l'anus. Chacune des parties latérales débouche à l'extérieur par un orifice fort bien décrit par M. de Lacaze-Duthiers. Je n'ai pas pu découvrir d'orifice interne.

» Il est également facile de retrouver sur des coupes la seconde paire d'ouvertures en forme de boutonnière, décrites par le même auteur, qui mettent les sinus sanguins en communication avec l'extérieur. Ces fentes sont entourées d'un sphincter, mais ne possèdent pas de muscles dilatateurs.

» Les organes sexuels sont remplis d'une masse compacte de produits génitaux. Je décrirai ailleurs ceux du mâle et les diverses phases de la spermatogénèse. Chez la femelle, on distingue, vers la surface de l'ovaire, des ovules jeunes dont le noyau occupe la majeure partie et renferme un nucléole double composé de deux moitiés très dissemblables. Dans l'ovule arrivé à maturité, le double nucléole a disparu, la membrane du noyau s'est effacée et l'on ne voit plus, au lieu de tout cela, qu'une région claire occupée par un réticulum protoplasmique qui prend faiblement le carmin. Ce n'est qu'après la ponte que cette tache se partage pour former les globules polaires d'une part, le pronucléus femelle de l'autre. Les jeunes cellules mères du sperme diffèrent des jeunes ovules par une proportion beaucoup plus forte de chromatine et un boyau nucléen continu qui manque aux ovules même les plus jeunes.

» M. de Lacaze-Duthiers a cru voir un canal efférent pour les produits génitaux, qui déboucherait à droite de l'anus, par le même orifice que la glande rénale. Je n'ai pas su retrouver ce canal, et c'est même le seul point

de sa description que je ne sois pas en état de confirmer. Les glandes sexuelles m'ont paru closes sur elles-mêmes et ne pouvoir se vider que par déhiscence, soit dans la cavité palléale, soit dans la glande rénale, soit plus probablement par la glande anale. J'ai en effet souvent trouvé des paquets de zoospermes dans les anfractuosités de la paroi de cet organe chez les exemplaires mâles, tandis que je n'en ai jamais rencontré ni dans la cavité du rein, ni dans les sinus sanguins.

» Je réserve pour une autre occasion une série d'observations relatives au développement et à l'histogénèse de ce type important de Mollusques (1). »

GÉOLOGIE. — *Le pénéen dans la région des Vosges.* Note de M. **Ch. Vélain**, présentée par M. Hébert.

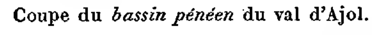
« Le terrain pénéen, dans la région vosgienne, prend une large part à la constitution des chaînes secondaires. Il se concentre là dans certaines dépressions très étendues, dont il a comblé le fond, reposant tantôt sur la tranche de roches schisteuses d'âge carbonifère, comme à Sénones et à Moussey, dans la vallée de Rabodeau (Vosges); tantôt sur le gneiss, et surtout sur la granulite qui devient, sur les contreforts des Vosges, la formation éruptive dominante (à Faymont, dans le haut du val d'Ajol; près de Bruyères, et à Saint-Dié, à Saales, etc.) D'autres fois, comme à Ronchamp (Haute-Saône), il en est séparé par le terrain houiller, qui occupe, en tout ou partie, le fond de ces mêmes bassins. A l'exception de quelques points où, couronnant le sommet de montagnes isolées, il se trouve relevé à une altitude de 600^m à 800^m (La Vêche, près de Faymont, 685^m; Rémemont, 391^m; La Grande-Fosse, 838^m), dans chacune des localités précédentes, il est recouvert en stratification transgressive par le grès vosgien.

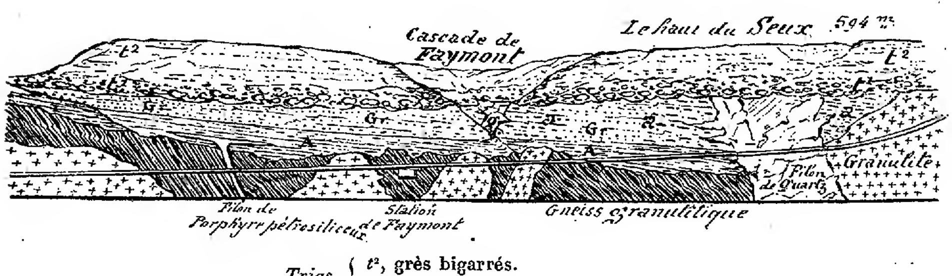
» La roche dominante est un grès rouge argileux, passant, par places, à un conglomérat très fragmentaire, qui se développe sous le *grès vosgien*, en lui servant de base, à ce point qu'on a souvent tenté de réunir ces deux assises, en considérant, par suite, ce grès vosgien comme une dépendance du grès rouge pénéen.

» A Ronchamp, ce grès rouge, fort épais (358^m au puits Magny), est

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff et terminé à Genève avec des animaux vivants que M. de Lacaze-Duthiers a bien voulu me faire envoyer de Bretagne.

séparé du terrain houiller par une masse puissante (230^m) d'argiles rouges entremêlées de grès grossier, au-dessous desquelles se développent des tufs argileux (argilolites) dont l'épaisseur moyenne est de 12^m à 15^m. La présence dans ces argilolites, directement appliquées sur les schistes bitumineux qui forment là le toit de la houille, d'un certain nombre d'empreintes végétales identiques à celles du terrain houiller sous-jacent, a motivé leur séparation de la série du grès rouge, qui se trouvait ainsi limitée aux deux assises supérieures que nous venons de mentionner.


Coupe du *bassin pénéen* du val d'Ajol.



Trias. { t^2, grès bigarrés.
t^1, grès vosgien.

Pénéen. { Gr, grès rouge; *a*, arkoses.
A, argilolites avec flore pénéenne.

» Dans la partie supérieure du val d'Ajol, à Faymont, au Géhard, ces argilolites, bien développées, se montrent en relation directe avec des coulées de porphyre pétrosiliceux; elles représentent là de véritables éruptions boueuses qui ont accompagné la sortie de ce porphyre à une époque où cette région vosgienne était couverte d'une riche végétation, composée principalement de Fougères arborescentes et de Cordaïtes, ainsi qu'en témoignent les empreintes de feuilles et de rameaux et surtout les troncs silicifiés qu'on rencontre nombreux dans ces argilolites.

» En 1880, des tranchées ouvertes à Faymont pour l'établissement d'une nouvelle voie ferrée ont mis à jour, sur une certaine étendue, au milieu de ces argilolites, à côté d'un grand nombre de tiges et de rameaux couchés, des troncs encore debout, simulant une véritable forêt fossile. Les collections que j'ai pu recueillir dans ces circonstances favorables ont permis à M. Renault, qui a bien voulu en faire l'objet d'une étude approfondie, de compléter ainsi qu'il suit la liste des espèces précédemment signalées par M. Mougeot, et de montrer l'identité de cette flore avec celle de la troisième zone du pénéen inférieur de l'Autunnois (*schistes de Millery*):

» Troncs silicifiés : *Psaronius Putoni* Mougeot; *P. Hogardi* Mougeot; *P. hexagonalis* Mougeot; *Pinites Fleuroti* Mougeot; *Cordaïtes* (*Araucarites*)

Val d'Ajolensis Mougeot, sp.; *Calamodendron striatum* Brongniart; *Medullosa stellata* Cotta. Empreintes végétales : *Pecopteris cyathea, Sphenophyllum angustifolium, Callipteris conferta, Calamites gigas,* feuilles et rameaux de *Cordaïtes*.

» Ces argilolites, grossièrement stratifiées, nuancées de colorations vertes ou violettes, atteignent, à Faymont, de 20^{m} à 25^{m} d'épaisseur. Elles recouvrent les anfractuosités d'un sol ancien, formé de gneiss avec intercalations de granulite, et renferment à toutes les hauteurs des blocs de roche, souvent volumineux, empruntés au sol sous-jacent; dans toute la masse, sont disséminés des cristaux en débris, de quartz, de feldspath et de mica. Accessoirement on y rencontre des argiles blanches réfractaires qui ont donné lieu à des exploitations de kaolin.

» Le grès rouge, qui se développe au-dessus, est lui-même chargé de débris feldspathiques. Ces deux assises, plongeant vers le nord sous une inclinaison de 15°, sont ensuite recouvertes par le grès vosgien qui s'étend au-dessus en couches horizontales, affectant ainsi une discordance de stratification bien marquée.

» Au bas d'Hérival, à l'entrée du *val des Roches*, les argilolites et le grès rouge se montrent traversés par un puissant filon de quartz oligistifère, avec barytine et fluorine, orienté N. 25° E. Ce filon, large de 100^{m} dans ses affleurements de la Cluse de Faymont, se poursuit au delà dans la montagne de la Vêche, au travers du grès rouge, sous forme de veinules entrelacées qui s'enrichissent en fer oligiste en leurs points de rencontre. Sur tout ce parcours, les argilolites sont silicifiées au contact, et le grès rouge, imprégné, par places, de fer oligiste, de fluorine et de barytine, est lui-même transformé en une véritable arkose siliceuse, sur de vastes étendues.

» Le grès rouge prend ensuite, au nord-est, dans les environs de Saint-Dié, avec un développement considérable, une épaisseur qui atteint 150^{m} dans le centre du bassin. A la base, comblant les inégalités du terrain primitif, on observe un conglomérat avec nombreux fragments de porphyre pétrosiliceux (10^{m}), supportant une première masse de grès argileux, entremêlés d'argiles rouges (60^{m}); au-dessus, et débutant par un nouveau conglomérat feldspathique, cette fois peu épais (0,50), apparaît une nouvelle assise de grès argileux et d'argiles d'un rouge violacé (50^{m}) avec veinules et rognons de dolomies brunes intercalées, qui finissent par former au sommet un lit continu épais de 3^{m} à 4^{m}; des silex rubannés d'un rouge vif, disposés par cordons alignés, se présentent également dans cette masse moyenne que couronne une troisième masse de grès, très fragmentaires

(20^{m}), renfermant des débris anguleux de granulite et de roches porphyriques diverses.

» Dans la vallée du Rabodeau, aux environs de Sénones et de Moussey, les dolomies, dans lesquelles on ne saurait voir un équivalent du zechstein, ainsi que certains auteurs l'ont pensé, prennent beaucoup d'importance et se présentent au milieu du grès rouge, dont elles ne sauraient être séparées, tantôt en amas irréguliers, atteignant 5^{m} de puissance, tantôt en lits continus, alternant avec des bandes de grès qui renferment de nombreux rognons d'agate géodique. Il est alors à remarquer que ces accidents siliceux se présentent de préférence au voisinage des filons ou des coulées de mélaphyre amygdalaire interstratifiées en bancs horizontaux, ou d'autrefois consolidées par blocs au milieu du grès rouge. Des coulées de mélaphyre à labrador, encore plus récentes, se présentent non loin de là, recouvrant le grès rouge, à la Grande-Fosse; la majeure partie du grès rouge doit être attribuée là à des tufs mélaphyriques qui se mélangent en toute proportion avec les grès fragmentaires sous-jacents. En résumé, la composition du terrain pénéen dans les Vosges, prise dans son ensemble, peut être exprimée ainsi qu'il suit :

3. Mélaphyre à labrador en nappes avec tufs mélaphyriques de la Grande-Fosse.

2. { 2^{b}. *Grès rouge supérieur.* — Conglomérats bréchiformes et grès argileux avec dolomies et rognons d'agate, entremêlés de nappes mélaphyriques.
2^{c}. *Grès rouge moyen.* — Grès argileux avec argiles violacées, sans dolomies.
2^{a}. *Grès rouge inférieur.* — Conglomérat porphyrique et granulitique stratifié.

1. *Argilolites.* — Tufs argileux, avec coulées de porphyre pétrosiliceux. »

M. A. Poincaré adresse une Note portant pour titre : Diagramme des déplacements du champ des alizés boréaux entre les longitudes 105° W. et 135° E., de décembre 1879 à décembre 1880. Distinction des actions solaire et lunaire ».

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. J.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JUIN 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Locomotion de l'homme.* — *Images stéréoscopiques des trajectoires que décrit dans l'espace un point du tronc pendant la marche, la course et les autres allures.* Note de M. MAREY.

« Il y a quinze ans environ, M. Carlet, aujourd'hui professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, entreprit, dans mon laboratoire, de déterminer la trajectoire qu'un point du tronc décrit dans l'espace pendant la marche.

» Une disposition mécanique, analogue à celle que j'avais employée précédemment pour inscrire les mouvements de l'aile de l'oiseau, servit à ces expériences. Celles-ci montrèrent qu'un point central, le pubis, décrit une courbe que l'on peut considérer comme inscrite dans une gouttière à convexité inférieure, au fond de laquelle se trouvent les minima et aux bords de laquelle sont tangents les maxima. La génératrice de ce demi-cylindre est parallèle à la direction de la marche; les minima correspon-

dent au milieu de l'appui bilatéral et les maxima au milieu de l'appui unilatéral.

» La forme d'une telle courbe peut être très bien représentée par une figure solide faite d'un fil de métal tordu en sens divers. En regardant cette figure d'un point convenablement choisi, on peut, grâce à la perspective, en apprécier les inflexions suivant les trois dimensions de l'espace et même les représenter par le dessin. La difficulté que présente l'inscription mécanique d'un mouvement suivant trois dimensions, et l'impossibilité d'analyser par cette méthode les allures très rapides, m'ont engagé à recourir à la photographie pour la détermination des trajectoires dans l'espace.

» J'ai montré, dans une Note précédente [1], avec quelle facilité singulière la chrono-photographie exprime la trajectoire d'un point brillant fixé sur le corps d'un homme habillé de noir, et permet de suivre les inflexions de la courbe décrite, variables suivant l'allure que l'on observe.

» Mais, dans les images photographiques obtenues jusqu'ici, je cherchais à obtenir la projection des mouvements du corps sur un plan parallèle à celui dans lequel la marche s'effectue. Si cette disposition est la meilleure pour apprécier à leur valeur réelle les oscillations verticales du corps, ainsi que les accélérations et les ralentissements dans la progression, elle dissimule totalement les mouvements qui se produisent suivant la troisième dimension, c'est-à-dire dans le sens perpendiculaire au plan de la marche.

» Dans le courant de l'hiver dernier je fis plusieurs expériences pour photographier la trajectoire d'un point du tronc, en plaçant l'appareil de telle sorte que la perspective rendît sensibles les déplacements qui se produisent suivant les trois dimensions de l'espace.

» Un homme vêtu de noir et portant au niveau du sacrum une petite boule brillante marchait sur un terrain plat.

» En arrière et à deux mètres à gauche et au-dessus de l'axe de la marche, était braqué l'appareil chrono-photographique. L'image obtenue rendait sensibles les déplacements suivant les trois dimensions de l'espace. Toutefois, malgré la perspective, la figure n'était bien intelligible que pour ceux qui connaissaient d'avance la trajectoire; et encore, à la condition que les inflexions de cette trajectoire fussent symétriques. Il m'a semblé que la stéréoscopie devait rendre des figures de ce genre parfaitement intelligibles dans tous les cas.

---

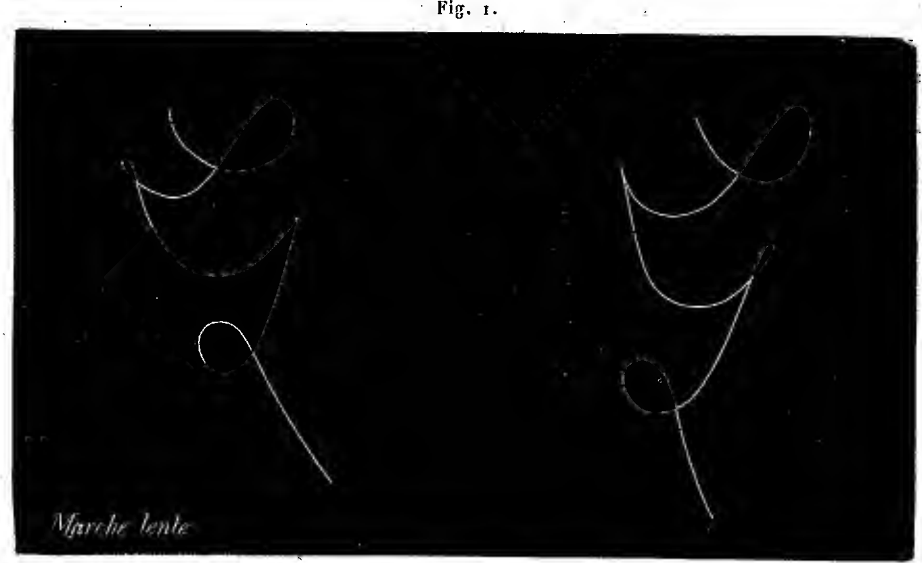
[1] *Comptes rendus*, 7 août 1882.

» Je substituai donc un appareil stéréoscopique à l'appareil photographique simple, et, plaçant au devant des objectifs un obturateur qui me permît de les ouvrir et de les fermer tous deux à la fois, je recueillis des trajectoires correspondant à un petit nombre de pas, dans la marche, la course et les différentes allures.

» Ces figures confirment pleinement les expériences de M. Carlet sur la trajectoire d'un point du tronc dans la marche; elles montrent, en outre, les variétés que présente la trajectoire d'un même point du corps aux autres allures. Vues au stéréoscope, elles donnent un relief parfait : on croirait avoir sous les yeux un fil de métal tordu en sens divers et répétant périodiquement les mêmes inflexions.

» Afin que le lecteur puisse juger de la netteté de cette sensation de relief, nous avons représenté dans la *fig.* 1 les deux images stéréoscopiques correspondant à deux pas de marche lente.

Fig. 1.



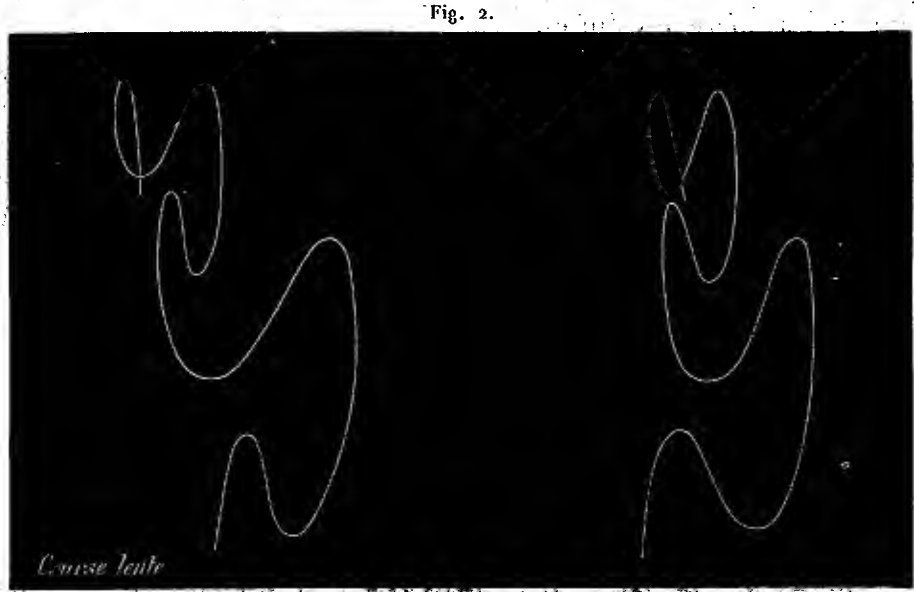
Trajectoire stéréoscopique de la marche lente.

» Beaucoup de personnes ont acquis l'habitude de fusionner sans instrument deux images stéréoscopiques, et d'obtenir ainsi la sensation du relief; pour les autres, il sera facile de décalquer ces figures sur papier transparent et d'introduire les décalques dans le stéréoscope.

» Je n'insisterai pas sur les caractères particuliers de ces trajectoires; elles ne prennent, du reste, tout leur intérêt qu'autant qu'on les rattache aux différents mouvements des membres dont elles constituent les *réactions.*

Si je signale spécialement la représentation stéréoscopique de la trajectoire d'un point dans l'espace, c'est que cette méthode me paraît contenir la solution d'un grand nombre de problèmes cinématiques, fort difficiles sans

Fig. 2.



Trajectoire stéréoscopique de la course lente.

doute à résoudre autrement. Et, sans sortir du domaine de la Physiologie, on trouvera, dans la photographie stéréoscopique, le moyen d'analyser les réactions du cheval, les mouvements du corps de l'oiseau pendant le vol, etc.

» En effet, les réactions dures ou douces de certains chevaux à diverses allures ne tiennent certainement qu'à l'étendue ou aux inflexions plus ou moins brusques des mouvements du corps du cheval; déterminer la nature des mouvements qu'exécute un point brillant placé sur la selle d'un cheval, et établir la coïncidence des différentes inflexions de sa trajectoire avec les actions des membres, ce sera véritablement interpréter physiologiquement les *réactions du cheval*. Enfin, ces réactions qui se transmettent au cavalier sont certainement influencées, à leur tour, par les réactions du cavalier sur le cheval. Cette combinaison des effets de deux forces réagissant l'une sur l'autre était jusqu'ici inaccessible aux moyens d'observation connus; je me propose d'en faire prochainement l'objet de mes études.

» Enfin, toutes les fois que cela est nécessaire, on peut introduire dans ces courbes la notion du temps par les procédés ordinaires de la

chrono-photographie, c'est-à-dire au moyen d'éclairages intermittents. La trajectoire prend alors l'aspect d'une courbe ponctuée dans laquelle l'intervalle entre deux points successifs correspond à un cinquantième de seconde. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Manuscrits de* Henri-Victor Regnault. Note de M. Reiset.

« Je viens remplir un pieux devoir, en offrant à l'Académie, au nom de la famille de M. Regnault, la collection des *Registres d'expériences* du grand physicien.

» Sur ma demande, M. Izarn, collaborateur et ami fidèle du Maître que nous regrettons tous, a bien voulu faire un Catalogue très complet de ces précieux documents; chacun pourra ainsi les consulter utilement.

» Il suffit de parcourir ces registres pour apprécier immédiatement l'esprit de méthode et de correction que Regnault savait apporter dans les moindres détails de ses travaux.

» Le Catalogue indique les grandes questions traitées dans les 69 Volumes que nous avons recueillis; nous en présentons ici la nomenclature succincte.

» Expériences de Chimie à la Faculté des Sciences de Lyon et à l'École des Mines.
» Revision de la loi de Dulong et Petit; chaleurs spécifiques.
» Eudiométrie; analyse de l'air.
» Hygrométrie; tension de la vapeur d'eau dans l'air.
» Psychromètre.
» Expériences sur la loi de Mariotte.
» Densité des gaz.
» Coefficient de dilatation des gaz.
» Dilatation absolue du mercure.
» Comparaison des thermomètres à air et à mercure.
» Forces élastiques des vapeurs d'eau et d'autres liquides.
» Chaleurs latentes de la vapeur de divers corps.
» Enfin, 32 Volumes sont consacrés à la chaleur dégagée et absorbée par la compression ou la dilatation des gaz.

» En signalant plusieurs Volumes réservés aux mémorables *expériences sur la vitesse du son dans les tuyaux*, M. Izarn termine sa Note par quelques courtes appréciations que je transcris avec plaisir.

« Ce résumé rapide des travaux de M. Regnault montre bien l'esprit de suite et d'en-

chaînement qui les dirigeait; comme l'étude intime de ses procédés d'expérimentation en découvre la variété, la puissance, en même temps que la précision. »

» Nous pensons que l'Académie voudra rendre un dernier hommage à l'un de ses plus illustres Membres, en conservant dans ses archives les manuscrits où se trouvent les éléments des œuvres qui ont immortalisé le nom de Henri-Victor Regnault. »

MÉMOIRES LUS.

THÉRAPEUTIQUE. — *Du traitement de l'asthme nervo-pulmonaire et de l'asthme cardiaque par la pyridine.* Note de M. GERMAIN SÉE.

« I. La seule médication curative de l'asthme nervo-pulmonaire, c'est l'iodothérapie, c'est-à-dire l'ioduration du poumon et du système nerveux respiratoire.

» Les résultats obtenus ainsi sur 370 malades depuis sept ans feront l'objet d'une Communication ultérieure à l'Académie des Sciences. Mais cette méthode produit souvent des accidents d'intolérance et les malades essayent parfois alors des remèdes empiriques, tous basés sur la combustion de certaines substances et l'inhalation des vapeurs ainsi produites. Ces vapeurs renferment toujours un corps spécial, la *pyridine*.

» II. *Chimie*. — Ce corps (C^5H^5Az) se rencontre dans les produits de distillation sèche des matières organiques, du goudron de houille, des principaux alcaloïdes, dans la fumée de tabac (Wohl et Eulenberg), dans la nicotine (Cahours et Étard, 1880) avec toute une série de corps étudiés récemment par Œchsner, dans l'huile animale de Dippel (Anderson), d'où on l'extrait ordinairement. C'est un liquide incolore, très volatil, à odeur forte et pénétrante, miscible à l'eau en toutes proportions, formant avec les acides minéraux des bases solubles, mais instables.

» III. *Expériences*. — Des expériences que j'ai entreprises récemment avec M. Bochefontaine, qui avait déjà fait quelques essais en 1883, il résulte que cette substance diminue la réflectivité de la moelle et du centre respiratoire bulbaire (grenouilles et cobayes). Chez le chien, la pression sanguine étant au début de 14^{cm} de mercure, l'excitation centrale des pneumogastriques sectionnés au cou la fait monter à 32^{cm}, puis elle baisse graduellement à la suite d'injections intraveineuses de 1^{gr} de nitrate de pyridine, pratiquées 20 fois, et si alors on répète l'excitation centripète des nerfs

vago-sympathiques, la pression reste invariable : c'est que la substance grise du nœud vital, imprégnée de pyridine, a perdu son pouvoir réflexe qui se trouve précisément exagéré dans l'asthme.

» IV. *Effets physiologiques et thérapeutiques de la pyridine sur l'asthmatique et le cardiaque.* — Le meilleur mode d'administration de la pyridine consiste à verser 4^{gr} à 5^{gr} de pyridine dans une soucoupe posée au milieu d'une petite pièce de 25^{mc} environ, et à placer dans un angle de la pièce le sujet, qui respire ainsi un air mélangé aux vapeurs pyridiques; la séance doit durer de vingt à trente minutes, et être répétée trois fois par jour. L'absorption est immédiate, la pyridine apparaît presque aussitôt dans l'urine. — *a*. L'oppression diminue considérablement, la respiration devient libre, facile, la soif d'air moins impérieuse, tandis que le cœur reste calme et régulier, et que le pouls conserve son rythme et sa force. — *b*. Vers la fin ou peu après la séance, les malades éprouvent parfois une tendance invincible au sommeil. Pendant ce sommeil, il y a une atténuation marquée des réflexes avec conservation de l'énergie contractile, qui pourtant est diminuée; il ne se produit ni paralysies, ni convulsions, ni même de tremblements. — *c*. L'action de la pyridine ne saurait donc être comparée à celles du chloroforme ou de l'éther; elle a pour rôle spécial d'atténuer l'excitabilité réflexe bulbaire et médullaire, et c'est d'autant plus remarquable qu'on ne trouve pas cette propriété à un même degré parmi les effets de la nicotine ou de l'atropine, qui contiennent de la pyridine. — *d*. L'action respiratoire de la pyridine persiste pendant un certain temps; les accès d'oppression nocturne disparaissent à la suite des inhalations pratiquées pendant le jour, les malades dorment bien; tous réclament l'inhalation. — *e*. Après deux ou trois séances, l'expectoration devient plus abondante, plus fluide, les crachats perdent leur caractère purulent ou leur fétidité. On ne perçoit plus dans la poitrine que des râles muqueux disséminés qui finissent par disparaître, et la respiration s'entend presque avec son timbre normal. L'emploi de la pyridine ne présente aucun inconvénient, sauf parfois un léger état nauséeux et vertigineux. Dans quelques cas, les accès de suffocation ont complètement disparu; dans d'autres, l'action s'est atténuée après huit à dix jours, il fallut y adjoindre le traitement ioduré.

» V. *Analyse des observations.* — Au nombre de 14 (3 femmes et 11 hommes, de 30 à 68 ans), elles portent sur 9 asthmatiques, se répartissant ainsi : 3 asthmes nerveux, guérison; 3 asthmes avec catarrhe et emphysème, amélioration; 1 asthme avec dilatation des bronches et 1 asthme permanent, amélioration marquée; 1 asthme nerveux ancien,

amélioration, mais suspension à cause des vertiges et des nausées. Dans les cinq asthmes cardiaques, nous trouvons œdème, albuminurie, hypertrophie du cœur et, dans deux, dilatation de l'aorte ou insuffisance de ses valvules : amélioration immédiate et très prononcée, pas d'influence fâcheuse sur le cœur.

» VI. *Résumé et conclusions.* — 1. Quelle que soit la forme de l'asthme, qu'il soit nerveux, emphysémateux ou catarrhal, que l'asthme soit primordial ou d'origine goutteuse ou dartreuse, l'ioduration constitue la vraie méthode curative; quand l'iodisme survient, c'est la pyridine qui trouve son emploi et doit être considérée comme le moyen le plus certain de guérir les accès; c'est le meilleur palliatif, comme l'iode est le remède efficace.

» 2. La pyridine est supérieure à l'injection de morphine; son action est plus durable et bien plus inoffensive.

» 3. Dans l'asthme nervopulmonaire simple, on peut faire cesser ainsi les accès d'une manière complète. Dans l'asthme grave, compliqué de lésions pulmonaires permanentes, la durée du traitement doit dépasser huit à dix jours pour consolider l'amélioration obtenue. Lorsqu'il s'agit enfin de l'asthme cardiaque avec ou sans complications rénale et hydropique, la pyridine peut encore rendre les plus grands services pour combattre le plus persistant, le plus pénible des phénomènes qui tourmentent les cardiaques, c'est-à-dire l'oppression, soit continue, soit paroxystique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur une espèce d'anesthésie artificielle, sans sommeil et avec conservation parfaite de l'intelligence, des mouvements volontaires, des sens et de la sensibilité tactile.* Note de M. Brown-Séquard.

« En attendant que moi-même ou d'autres ayons pu découvrir un procédé permettant aux médecins comme aux chirurgiens de produire aisément l'espèce d'anesthésie que j'ai trouvée, je viens rapporter à l'Académie les résultats nouveaux que j'ai obtenus depuis 1882 (1) et les effets que j'ai observés jusqu'ici dans les essais que j'ai faits sur l'homme.

(1) *Comptes rendus*, 28 décembre 1882. J'ai annoncé alors que, sous l'influence d'une irritation de la muqueuse du larynx, la sensibilité à la douleur disparaît plus ou moins complètement dans toutes les parties du corps. J'ai donné des preuves que c'est par une influence inhibitoire, exercée par les nerfs laryngés supérieurs sur les centres nerveux, que ce phénomène se produit et que l'on peut à volonté faire qu'il se montre partout, ou presque uniquement dans l'une des moitiés du corps.

» I. Mes expériences ont été faites sur neuf singes, sur quarante-trois chiens et sur nombre d'autres animaux. C'est surtout chez les singes (*macaques* ou *bonnets chinois*) que l'analgésie se produit aisément et d'une manière durable. Voici les principaux résultats obtenus :

» 1° Parmi les parties dont l'irritation est capable de produire l'analgésie sans sommeil, celle qui a le plus de puissance est assurément la muqueuse laryngienne, mais des irritations de parties voisines de celle-là (la trachée, le tronc du nerf vague au-dessous de l'origine des nerfs laryngés supérieurs et même la peau du cou), peuvent aussi quelquefois faire apparaître partout cette anesthésie.

» 2° De tous les agents d'irritation du larynx, l'acide carbonique et les vapeurs de chloroforme sont de beaucoup les plus puissants, à la condition cependant que ces substances ne pénètrent pas dans les poumons, car leur action, lorsqu'elles ont passé dans le sang, empêche les nerfs laryngés de produire l'analgésie sans sommeil.

» 3° Lorsqu'on réussit à injecter dans le tissu de la muqueuse du larynx et sous elle de douze à quinze gouttes ou plus, suivant la taille de l'animal, d'une solution au dixième de chlorhydrate de cocaïne, on obtient aussi cette analgésie spéciale.

» 4° Les autres modes d'irritation que je vais mentionner sont en général bien moins puissants : galvanisation des nerfs laryngés supérieurs ou celle du larynx entier, cautérisation de la muqueuse laryngée par du chloral anhydre, du nitrate d'argent ou d'autres caustiques, *malaxation* du larynx ou passage d'un tube ou d'un doigt dans le canal laryngien, section de la trachée, simple incision de la peau du cou en avant ou sur les côtés.

» 5° Dans les cas relativement très nombreux où l'irritation par section de la peau du cou ne produit pas de l'analgésie partout, on observe presque toujours que la plaie qu'on a faite devient rapidement insensible et que l'analgésie s'étend de là à toute la région cervicale et assez souvent aux épaules et dans l'espace interscapulaire. On sait que c'est au cou que se développe la puissance épileptogène dont j'ai signalé l'apparition, chez quelques animaux, après certaines lésions nerveuses. Il est très remarquable que la puissance d'inhibition de la sensibilité aux causes de douleur appartienne au larynx et à la peau du cou et que ces mêmes parties possèdent aussi, comme je l'ai trouvé, une puissance inhibitoire soit de l'attaque d'épilepsie soit de l'affection épileptique elle-même. C'est une section de la peau du cou, dans la zone épileptogène, qui a cette puissance curative de l'affection elle-même.

» 6° Chez les animaux qui ont été soumis à une irritation du larynx, depuis un ou même deux jours et quelquefois plus, toute cause d'irritation locale, sur un membre ou au tronc, y produit de l'analgésie, ou l'entretient si elle y existe déjà. Ainsi, les plaies antérieures à l'analgésie laryngienne ou celles faites pendant ou après sa durée conservent de l'insensibilité jusqu'à leur cicatrisation, c'est-à-dire, quelquefois pendant huit, dix jours ou même plus longtemps.

» 7° L'irritation du larynx produit quelquefois une analgésie absolue, permettant de faire, sans signe de douleur, la section des gros troncs nerveux, une brûlure profonde ou une galvanisation extrêmement énergique. En général, cependant, cette irritation n'a ce degré que dans les parties superficielles du corps. Mais il y a toujours, chez le singe principalement, une analgésie très considérable partout, surtout quinze ou vingt heures après l'irritation du larynx.

» 8° Ce n'est pas seulement la sensibilité tactile qui persiste : le sens musculaire n'est en rien altéré, et les impressions sensitives spéciales qui proviennent des articulations et d'autres parties des membres et du tronc, lorsqu'on les met en mouvement, semblent continuer à être perçues comme à l'état normal.

» II. La difficulté, pour rendre applicables à l'homme les faits que je viens de signaler, est extrêmement grande. Chez le chien et le singe, on ne peut guère réussir d'une manière complète que si l'on ouvre la trachée et si l'on y place un tube de manière à permettre la respiration d'un air pur, pendant qu'on fait arriver soit de l'acide carbonique, soit des vapeurs de chloroforme sur le larynx. Il importe essentiellement, en effet, que ces deux substances ne pénètrent pas dans les poumons, leur entrée dans le sang empêchant l'influence analgésiante des nerfs laryngés de s'exercer sur les centres nerveux. Je n'ai encore trouvé, pour l'application de ces données à l'homme, qu'un procédé insuffisant pour produire tout l'effet désirable. Ce procédé consiste à inhaler de l'air pur pendant les deux tiers ou les trois quarts de chacune des inspirations, et à achever celles-ci en inhalant de l'acide carbonique qui doit être expulsé immédiatement par une expiration. Dans le commencement des efforts d'inhalation d'acide carbonique, la glotte se ferme; mais, au bout de peu de temps, la sensibilité laryngienne est diminuée, et le gaz peut entrer. Bien qu'un effet analgésique se montre quelquefois rapidement, il m'a, en général, fallu continuer l'inhalation de l'acide carbonique, par ce procédé, pendant vingt minutes et quelquefois plus longtemps pour obtenir les trois particularités remar-

quables que voici : 1° une analgésie presque complète de la peau, mais moindre ailleurs, persistant près de quarante heures; 2° la cessation pendant deux jours de douleurs de causes très diverses; 3° la disparition complète d'un sentiment excessif de fatigue, dans tous les cas où j'étais sous le coup de cette espèce de souffrance.

» De tous les faits que j'ai rapportés, je ne tirerai que cette conclusion, à savoir que, sous l'influence d'une irritation de la muqueuse laryngée, la sensibilité à la douleur peut disparaître ou diminuer, pendant un grand nombre d'heures, chez l'homme comme chez les animaux, sans que l'intelligence, les sens et les mouvements volontaires soient troublés à un degré quelconque. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Halsey Wood, M. S. Miller adressent, pour le concours Bréant, des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

L'Académie a reçu, pour les concours dont le terme est expiré le 1er juin, outre les Ouvrages mentionnés au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires manuscrits dont les titres suivent :

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Étude de l'élasticité des corps cristallisés.)

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe :

$$\frac{1}{T}\int_0^T mw^2\,dt = \frac{1}{T}\int_0^T I\omega^2\,dt = \frac{3}{4}\,\frac{mu_1^2}{1-\lambda}.$$

Anonyme. — Mémoire écrit en langue allemande portant pour épigraphe : *Gutta cavat lapidem*. Ce Mémoire est accompagné d'une analyse en langue française.

CONCOURS BORDIN (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Question relative à l'électricité atmosphérique.)

Anonyme. — Mémoire écrit en langue allemande, portant pour épigraphe : *Fortes fortuna juvat*.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

M. Em. Duplessis. — Note accompagnée d'un dessin sur un « Bateau à bascule ».

CONCOURS MONTYON (STATISTIQUE).

M. V. Turquan. — Notice et Tableaux concernant la population spécifique de la France, sa distribution sur le territoire, commune par commune, et sa représentation par courbes de niveau sur une Carte de France.

CONCOURS MONTYON (ARTS INSALUBRES).

M. Jousset. — « Recherches sur la vie des chauffeurs et des hommes vivant dans des milieux à températures élevées. »

CONCOURS PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

Anonyme. — « Sur la circulation continue des trains sur la voie ferrée »; Mémoire portant pour épigraphe : *Le temps, c'est de l'argent.*

CONCOURS GODARD.

M. E. Desnos. — « Étude sur une cause particulière de rétention d'urine » et deux Cahiers portant pour titre : « Recherches anatomiques sur l'appareil génital des vieillards ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Lucien Biart* intitulé : « Les Aztèques, histoire, mœurs, coutumes ». (Présenté par M. de Quatrefages.)

Ce Volume fait partie d'un ensemble d'Ouvrages publiés par MM. *de Quatrefages* et *Hamy* sous le titre de « Bibliothèque ethnologique ». Cette publication comprendra, avec l'histoire générale des races humaines, une série de monographies consacrées à l'étude détaillée des populations du globe.

2° « La Seine maritime et son estuaire », par M. *E. Lavoinne*, avec une introduction par M. *Lechalas*. (Présenté par M. Lalanne.)

Ce Volume fait partie de l'« Encyclopédie des Travaux publics », publiée par M. Lechalas. Il a pour objet l'étude du régime de la partie maritime de la Seine et rend compte des progrès de l'aprofondissement du fleuve depuis une quarantaine d'années.

3° Deux Ouvrages de M. *Jean Reynaud* intitulés : « Terre et Ciel » et « Lectures variées ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches, des facules et des protubérances solaires, faites à l'observatoire du Collège romain, pendant le premier trimestre de* 1885. Lettre de M. **Tacchini** à M. le Président.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des observations solaires, faites pendant le premier trimestre de l'année 1885. Pour les taches et facules, le nombre des jours d'observations s'élève à 72, savoir : 21 en janvier, 25 en février et 16 en mars.

	Fréquence		Grandeur relative		Nombre
1885.	relative des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	des groupes de taches par jour.
Janvier	19,57	0,00	43,19	81,00	4,33
Février	23,81	0,00	77,33	75,41	5,96
Mars	16,23	0,08	44,92	51,60	2,92

» Si l'on compare ces nombres à ceux du dernier trimestre de 1884 (*Comptes rendus*, n° 4, janvier 1885), on voit que les groupes de taches ainsi que les taches ont été plus nombreux pendant le premier trimestre de 1885. Au contraire, la grandeur relative des taches a été plus petite, et comme les jours sans taches appartiennent au mois de mars, on peut en conclure, par rapport à 1884, que la diminution du phénomène des taches solaires a continué, bien que lentement, et avec quelques périodes spéciales de fréquence, par exemple entre le 20 janvier et le 22 février, et du 28 février au 9 mars.

» La différence pour les facules est également très petite ; on a remarqué encore la même particularité, c'est-à-dire le maximum des facules coïncidant avec le minimum des taches.

	Nombre	Protubérances		
1885.	des jours d'observations.	Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Janvier	15	6,8	47",7	2°,4
Février	19	10,2	44,1	2,1
Mars	17	8,7	44,4	1,3

» On a donc diminution dans le phénomène des protubérances solaires; mais il faut bien remarquer la coïncidence du maximum secondaire en février avec le maximum des taches dans le même mois. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les apparences physiques de la planète Uranus en mars, avril et mai* 1885. Note du P. LAMEY, présentée par M. C. Wolf.

« Les observations sur les apparences physiques d'Uranus, dont je consigne ici les principaux résultats, ont été exécutées à l'aide d'un équatorial qui n'a que six pouces d'ouverture, mais pour lequel les images télescopiques sont si limpides, à l'altitude de 370^{m} du lieu où j'observe, qu'un oculaire, donnant une amplification de six cent soixante-cinq fois, a pu être très fréquemment et avantageusement utilisé. Commencées le 7 mars dernier, ces observations, poursuivies jusqu'au 8 de ce présent mois de mai, ont donné, en dix-sept soirées, un total de deux cent sept dessins ou croquis de la planète; sur ce dernier nombre, une trentaine, exécutés par deux de mes collaborateurs, ont fourni des termes intéressants de comparaison.

» 1. *Aspect des taches.* — Les taches sombres affectent généralement la forme d'arcatures, juxtaposées le plus souvent deux à deux et simulant alors un *oiseau au vol*, sous les ailes duquel des taches très brillantes, rondes, ovales ou lenticulaires, se trouvent accolées. Lorsque ces taches sont assez voisines du bord supérieur du disque, les courbes perdent souvent de leur amplitude, paraissent plus foncées et subdivisées en arcatures plus petites; plusieurs fois, lorsque ces arcatures se juxtaposaient, j'ai cru les voir se prolonger vers la zone centrale du disque, de manière à simuler les canaux de Mars observés par M. Schiaparelli; la région intermédiaire était toujours plus claire. Toutes ces taches arquées présentent leur concavité orientée vers la région postérieure du disque, située à 45° environ en angle de position; cette orientation, sans être bien rigoureuse, est très frappante cependant; elle tend à s'épanouir sur un arc toujours plus étendu, à mesure que l'on s'éloigne de l'opposition; pendant cette même période, les courbes sombres ont augmenté en nombre et en amplitude.

» 2. *Coloration.* — Pendant les instants de grande visibilité, j'ai vu les taches sombres colorées en bleu d'azur très intense tournant parfois au gris bleu ou au bleu verdâtre. Les parties très brillantes paraissaient d'un blanc éclatant et rappelaient souvent la lueur bleuâtre des petites étincelles électriques. Quant aux régions intermédiaires, la teinte était ordinairement

jaunâtre. La coloration générale du disque qui résultait de toutes ces teintes partielles était assez comparable à celle de l'Océan.

» 3. *Zone lumineuse.* — J'ai noté plusieurs fois une zone lumineuse traversant le disque de la planète et fort comparable à ce qui a été vu l'an dernier aux observatoires de Nice et de Paris. Bien visibles les 11 et 13 mars de cette année, ces apparences n'étaient presque plus perceptibles aux dates du 15 mars et des 5, 11, 19 et 28 avril; mais les 17, 19 et 23 mars, 4, 7, 17, 20 et 30 avril, et enfin le 8 mai dernier, notre instrument n'offrait plus la moindre trace de ce genre. Les 11 et 13 mars, cette bande présentait l'aspect d'un anneau vaporeux, débordant notablement en dehors du disque, et le 7 du même mois j'avais déjà remarqué une saillie de ce genre, mais sans bande transversale. On sait qu'Herschel avait constaté autrefois des apparences analogues, très persistantes, qu'il avait finalement cru devoir attribuer à son instrument. Cette apparence d'anneau ne me paraît pas devoir s'expliquer ainsi : elle semble avoir quelque réalité objective, provenant peut-être d'nn effet d'irradiation, dû au grand éclat de la zone lumineuse.

» 4. *Rotation.* — Comme les taches d'Uranus ne restent pas constamment visibles dans notre instrument, qu'elles n'apparaissent bien que vers certaines régions du disque, qu'elles changent assez vite d'aspect par l'effet probable de la rotation, que du reste elles ont souvent entre elles une grande analogie de forme, en sorte qu'il est facile de les confondre, il en résulte une grande difficulté pour constater avec certitude dans quel *sens* la rotation s'effectue. Du moins, je n'ai pu aboutir qu'à une simple probabilité et, dans ces conditions, il me semble préférable de laisser la question complètement intacte.

» Quant à la *durée* de rotation, il n'en est pas de même. Un ensemble de taches ayant présenté à plusieurs reprises la même configuration, j'ai cru pouvoir supposer l'identité de tous ces aspects et, en cherchant quelle vitesse angulaire pouvait faire réapparaître les mêmes taches aux dates précises des observations, j'ai trouvé les valeurs très approchées que voici :

Du 23 mars au 20 avril	$r = 329^m,20$
Du 5 au 15 avril	$r = 329,11$
Du 5 au 11 avril	$r = 329,15$
Du 15 au 23 mars	$r = 329,14$
Du 15 mars au 19 avril	$r = 329,19$
Moyenne, en tenant compte du poids	$r = 329,17$

» La concordance des résultats et certains autres indices permettent d'espérer que cette hypothèse est conforme à la réalité. La durée de rotation serait donc de $5^h 29^m$ et une dizaine de secondes environ.

» 5. *Aplatissement et déformation.* — Les mesures et appréciations relatives à l'aplatissement d'Uranus présentent, comme l'on sait, une grande divergence selon les observateurs; aussi ai-je prêté, dans le cours de ces recherches, une grande attention au contour apparent du disque, et je me suis bien vite convaincu qu'il présentait des déformations vraiment énormes, permanentes pendant plusieurs minutes et se transformant insensiblement. La direction du grand axe apparent a montré des oscillations atteignant presque 90°, mais l'angle de position moyen s'est généralement maintenu vers 260°. Dans ces conditions, le calcul de l'aplatissement ne peut avoir qu'un intérêt secondaire; j'ai trouvé $\frac{1}{12}$ pour valeur moyenne avant l'opposition. »

PHYSIQUE. — *Mesure du pouvoir rotatoire magnétique des corps en unités absolues;* par M. Henri Becquerel.

« Depuis Faraday, on connaît par les recherches de divers physiciens, et notamment par celles que j'ai publiées, les rapports des pouvoirs rotatoires magnétiques d'un grand nombre de corps, solides, liquides et gazeux. Il suffit donc de mesurer, en unités absolues et dans des conditions physiques bien déterminées, le pouvoir rotatoire magnétique de l'un des corps étudiés, pour connaître celui de tous les autres. On a généralement choisi pour type le sulfure de carbone. La question à résoudre consiste à mesurer, d'une part, la rotation du plan de polarisation d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, traversant une épaisseur connue de sulfure de carbone placé dans un champ magnétique, et, d'autre part, l'intensité absolue de ce champ magnétique; le rapport des deux grandeurs est le nombre cherché.

» En 1877, M. Gordon avait entrepris cette détermination au moyen de calculs et de mesures assez complexes.

» Je me suis proposé de reprendre la même question par une méthode nouvelle dont j'ai indiqué le principe [1] l'année dernière. Le théorème très simple sur lequel est fondée la méthode d'observation est le suivant :

» *Si l'on considère une bobine comprenant* N *tours de fil parcouru par un*

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1253; 1884.

courant électrique d'intensité I, *l'intégrale du champ magnétique total, suivant l'axe de la bobine supposé prolongé indéfiniment dans les deux sens, est indépendante des dimensions de la bobine et égale à* $4\pi NI$.

» Disposons alors, suivant l'axe de la bobine, un tube indéfini plein de sulfure de carbone; la rotation totale du plan de polarisation d'un rayon lumineux traversant ce tube parallèlement à l'axe sera $R = \alpha . 4\pi NI$, α étant la constante qu'il s'agit de déterminer. J'ai montré l'année dernière que l'on n'avait pas besoin d'employer un tube très long. La longueur à laquelle il convient de s'arrêter dépend du degré d'approximation que l'on veut atteindre. On peut, du reste, calculer, dans chaque cas, la correction et en tenir compte dans le résultat.

» L'une des conditions qu'il importe de préciser avec soin est la température du sulfure de carbone, dont le pouvoir rotatoire magnétique, dans le voisinage de $0°$, varie à peu près de 1 millième par degré centigrade. Aussi la plupart des déterminations ont-elles été faites en plongeant tout l'appareil dans la glace fondante. Quelques séries faites entre $0°$ et $12°$ ont montré que la formule donnée par M. Bichat [1] représentait assez exactement, entre ces limites, les variations du pouvoir rotatoire magnétique du sulfure de carbone avec la température. L'appareil dont j'ai fait usage se compose d'un tube en cuivre, de $3^{m},175$ de longueur et de $0^{m},025$ de diamètre, fermé par des glaces parallèles et placé au milieu d'une cuve en bois que l'on remplissait de glace ou d'eau. Au milieu de la longueur du tube était disposée concentriquement une bobine de $0^{m},70$ de long, de $0^{m},06$ environ de diamètre extérieur, et qui comprenait 3256 tours de fil de cuivre de $0^{m},0012$, bien isolé dans de la paraffine. Une seconde bobine de 1038 tours était placée à la suite de la première. Les corrections à ajouter pour tenir compte de la portion du champ magnétique négligé, depuis les extrémités du tube jusqu'à l'infini, étaient 0,000152 du champ magnétique total pour la première bobine, et 0,000162 pour la seconde. Un polariseur à pénombres et un analyseur monté sur un cercle divisé étaient disposés à chaque extrémité du tube; ces appareils étaient, du reste, ceux qui m'avaient servi pour l'étude des pouvoirs rotatoires magnétiques des gaz. Les rotations étaient mesurées à moins de $1'$ près, pour la lumière jaune d'une lampe à sodium.

» On faisait passer un courant électrique, soit séparément dans chaque bobine, soit à la fois dans les deux, de façon à avoir la somme et la diffé-

(1) *Journal de Physique*, 1re série, t. VIII, p. 204.

rence de leurs actions. En comparant les rotations obtenues aux nombres de tours de chaque bobine, on avait un contrôle précieux de la précision des mesures. Le courant électrique traversait un galvanomètre Deprez, qui servait de témoin pour l'intensité du courant. On mesurait chaque fois la double rotation du plan de polarisation et la double déviation du galvanomètre, obtenues en renversant le sens du courant.

» L'intensité absolue des courants électriques était mesurée en interposant un voltamètre à lames d'argent, et déduite du poids d'argent déposé au pôle négatif, ou disparu au pôle positif, pendant un temps connu. Les nombres publiés par MM. Kohlrausch, lord Rayleigh et Mascart, pour l'équivalent électrochimique de l'argent, sont assez concordants pour permettre d'évaluer l'intensité absolue d'un courant à 0,001 environ de sa valeur.

» Tous les détails des observations sont donnés dans un Mémoire qui paraîtra prochainement; je citerai seulement ici le résumé de résultats déduits chacun de séries nombreuses :

Galvanomètre.	R_0.	I.	$\frac{R_0}{I}$.	
		Mesures faites avec la bobine de 3256 *tours.*		
	′	ampère.		
307,50....	141,70	0,3984	355,69	
330,15....	152,86	0,4300	355,50	Moyenne... 355′,22
313,48....	143,94	0,4055	354,97	$\frac{355,22}{3256} = 0',1090970$
322,52....	148,50	0,4185	354,83	
362,70....	167,70	0,4722	355,14	
		Mesures faites avec les deux bobines 3256 + 1038 = 4294 *tours.*		
330,15....	201,62	0,4300	468,88	Moyenne... 468′,46
313,48....	189,85	0,4055	468,18	$\frac{468,46}{4294} = 0',1090964$
322,52....	196,00	0,4185	468,33	

» On voit que l'on a en moyenne pour l'action correspondant à un seul tour de fil, parcouru par un courant de 1 ampère, une double rotation de 0′,1090967, et pour un courant égal à l'unité C.G.S., 1′,090967. La rotation simple est 0′,545483.

» En divisant ce nombre par 4π, on trouve $\alpha = 0',0434082$ et, si l'on ajoute la correction mentionnée plus haut,

$$\alpha = 0',04341 \text{ (C.G.S.)}.$$

» Tel est le nombre relatif au sulfure de carbone, à la température de 0°, et pour les rayons jaunes d'une lampe à sodium.

» Depuis que j'ai entrepris cette détermination, j'ai eu connaissance de semblables mesures faites, par d'autres méthodes, l'une en Angleterre par lord Rayleigh (¹), l'autre à Strasbourg par M. L. Arons (²).

» Les nombres trouvés par ces observateurs, de même que le nombre donné par M. Gordon, se rapprochent beaucoup de celui qui résulte des expériences présentes. Voici ces nombres, corrigés de la température :

Gordon.......	o',0433	Déduit de l'observation de la raie verte du thallium à 12°.
Lord Rayleigh..	o,0430	Déduit de l'observation à 18°.
L. Arons......	o,0439	Calculé de l'observation avec l'eau à 23°.

» Le nombre o',04341, auquel j'ai été conduit par la méthode exposée plus haut, paraît exact à $\frac{1}{500}$ au moins de sa valeur. »

OPTIQUE. — *Méthode optique pour la mesure absolue des petites longueurs.* Note de M. MACÉ DE LÉPINAY, présentée par M. Mascart.

« M. Mouton a donné (³) une méthode ingénieuse pour mesurer en longueurs d'onde l'épaisseur d'une lame de quartz, parallèle à l'axe, fondée sur la détermination, au moyen d'un réseau connu, des longueurs d'onde des franges noires de Fizeau et Foucault. Elle repose malheureusement sur la connaissance, fort imparfaite en réalité, des valeurs de la différence $n' - n$ des deux indices du quartz pour les diverses radiations, et ne peut, par suite, fournir de nombres exacts à plus de $\frac{1}{1000}$ près. Les corrections de température sont, d'autre part, considérables ($\frac{1}{10000}$ par degré centigrade).

» I. La méthode que j'ai employée, analogue comme principe à la précédente, repose sur l'observation des franges de Talbot (⁴), obtenues en interceptant la moitié du faisceau de lumière solaire qui tombe sur un réseau connu, par une lame de quartz à faces bien parallèles. Les spectres *déviés du côté de la lame* sont alors sillonnés de franges extrêmement fines, en général, mais qui, par cela même, se prêtent à un point tout aussi exact que celui des raies du spectre. Par l'emploi du troisième spectre d'un réseau au $\frac{1}{500}$ de millimètre (de Brunner frères), j'ai pu appliquer di-

---

(¹) *Proc. R. Soc.*, juin 1884.
(²) *Wiedemann Ann.*, Bd. XXIV, 1885.
(³) MOUTON, *Journal de Physique*, 1re série, t. VIII, p. 393; 1879.
(⁴) *Journal de Physique*, 1re série, t. I, p. 177; 1872.

rectement la méthode à un quartz parallèle à l'axe d'environ 4^{mm} d'épaisseur. On sait que les longueurs d'onde correspondant au centre de chacune de ces franges noires sont liées à l'épaisseur e de la lame, et à l'indice n par la formule

$$2\frac{n-1}{\lambda}e = p,$$

p étant un nombre entier impair, qui mesure le numéro d'ordre de la frange observée, et qui croît de deux unités lorsqu'on passe d'une frange à la suivante, en marchant du rouge au violet. On obtient donc autant de valeurs, très voisines de l'épaisseur cherchée, que l'on a observé de franges; on en prend la moyenne.

» Dans la formule précédente, l'indice est immédiatement donné, à une ou deux unités près du cinquième ordre décimal, par l'une ou l'autre des formules [1]

$$(n - 1,52642)(\lambda - 1,5182 \times 10^{-5}) = 7,7733 \times 10^{-7},$$
$$(n' - 1,53519)(\lambda - 1,5504 \times 10^{-5}) = 7,8594 \times 10^{-7},$$

calculées en prenant pour point de départ les moyennes des mesures des indices, remarquablement concordantes, effectuées par Rudberg, M. Mascart, van der Willigen et en adoptant pour les longueurs d'ondes les moyennes des mesures effectuées par M. Mascart, Ditschreiner, van der Willigen et Angström; ces derniers nombres ont été transformés de manière à correspondre à la longueur d'onde $\lambda_{D_2} = 5,888 \times 10^{-5}$, adoptée par M. Mascart. La constante du réseau ayant été déterminée chaque fois de manière à satisfaire à la même condition, on voit que les épaisseurs se trouveront provisoirement mesurées en fonction de ce que M. Mouton désigne sous le nom de *millimètre de Fraunhofer*.

» II. Les épaisseurs ainsi calculées doivent subir une double correction de température. Si nous désignons par θ la température à laquelle correspondent les indices donnés par les formules ci-dessus, par t celle à laquelle les mesures ont été effectuées, l'épaisseur e_0, à 0° de la lame, aurait dû être calculée par la formule

$$2e_0(1+kt)(n+\nu'\theta - \nu t - 1) = p\lambda,$$

k, ν et ν' étant des coefficients déterminés, le premier par M. R. Benoît, les

(1) Cornu, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. IX, p. 42; 1880.

deux autres par M. Dufet ([1]). Il est plus simple, et tout aussi exact, de corriger l'épaisseur primitivement calculée e par l'une ou l'autre des deux formules simplifiées :

$$e_0 = 0,999741(1 - 0,0000019t)e \quad \text{(rayons ordinaires)}$$

ou

$$e_0 = 0,999709(1 - 0,0000001t)e \quad \text{(rayons extraordinaires)}.$$

» Ces deux formules ([2]) sont relatives au cas où la lame est taillée parallèlement à l'axe.

» III. J'ai appliqué cette méthode à deux lames de quartz, parallèles à l'axe, taillées par Hoffmann ([3]). La plus mince d'entre elles, directement mesurée (123 franges observées, rayons ordinaires), a donné

$$e_0 = 0^{cm},402958 \pm 0,000001.$$

On a mesuré, d'autre part, la différence d'épaisseur des deux lames (120 franges, rayons extraordinaires). On en a déduit, pour la lame la plus épaisse,

$$e_0 = 0^{mc},602316 \pm 0,000003 \ ([4]).$$

» IV. Ajoutons que cette même méthode peut conduire à une nouvelle détermination de la valeur absolue de la longueur d'onde de la raie D_2. L'épaisseur de la seconde lame, que M. R. Benoît a bien voulu mesurer avec les appareils du Bureau international des Poids et Mesures, a été trouvée égale à $0^{cm},60236$ (toutes corrections faites), à 1^{μ} ou 2^{μ} près. On en déduit, pour la longueur d'onde de la raie D_2, le nombre $\lambda = 5,8884 \times 10^{-5}$, exact à $\frac{1}{3000}$ près, très voisin de celui d'Angström (5,8889). On est en droit, dès à présent, de considérer comme inexacts les nombres donnés par Ditschreiner (5,8989), et même par van der Willigen (5,8926). Je me propose de revenir sur cette importante application. »

([1]) *Journal de Physique*, 2e série, t. III, p. 252, 1884.

([2]) On a admis $\theta = 20°$. Cette dernière température n'étant guère connue qu'à 4° ou 5° près, il en résulte, pour les épaisseurs, une incertitude de $\frac{1}{25000}$ environ.

([3]) Appartenant à la Faculté des Sciences de Grenoble. Elles m'ont été obligeamment confiées par M. Hurion, professeur.

([4]) Ce degré extraordinaire de précision est, en réalité, illusoire, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la spectroscopie par la matière radiante.* Note de M. W. CROOKES. (Extrait par l'auteur.)

« Quand l'étincelle d'une bobine d'induction traverse un tube portant des électrodes d'aluminium, les apparences varient suivant le degré de vide auquel est soumis le gaz contenu dans le tube. Vers un vide de 1 M ([1]), la décharge moléculaire qui part du pôle négatif commence à rendre le verre phosphorescent partout où elle vient le frapper.

» Sous l'influence de ce genre de décharge électrique, que je me suis hasardé à appeler *matière radiante,* beaucoup de substances émettent de la lumière phosphorescente. En examinant au spectroscope la lumière ainsi produite, on observe quelquefois, très rarement, que le spectre de phosphorescence est discontinu.

» Le spectre obtenu par le sulfate yttrique pur dans un tube à matière radiante est une des plus belles choses qu'on puisse voir en spectroscopie. Ses raies ne sont pas aussi linéaires que celles des spectres d'étincelle et ressemblent davantage aux spectres de flamme des terres alcalines.

» A partir du rouge extrême, on voit d'abord deux faibles bandes étroites à 2245 ([2]) et 2275, suivies par une bande rouge plus forte et plus large, allant de 2355 à 2415. Une autre bande faible se montre entre 2577 et 2610, suivie, après un très étroit espace noir, par une bande orangé rougeâtre et plus intense qui s'étend jusqu'à 2627. Une autre faible bande orangée existe à 2500 environ. Vers 2940, on voit une faible bande jaune s'étendant jusque vers 3025. La forte bande de couleur citron suit immédiatement et s'étend de 3028 à 3049, et un peu plus loin, entre 3100 et 3120, on aperçoit une bande citron beaucoup plus faible. Après un intervalle sombre viennent deux bandes vertes caractéristiques; la première, très brillante, est comprise entre 3312 et 3320, mais elle s'estompe de chaque côté; la seconde, un peu plus faible, mais à bords plus nets que la première, s'étend de 3420 à 3440; il y a aussi une troisième bande verte entre 3460 et 3467; cette bande est faible. A 3730 est placé le centre d'une étroite et faible bande vert bleuâtre; de 4110 à 4125 s'étend une bande bleue, et à 4296 une autre bande bleue commence, puis peu à peu diminue

([1]) M = le millionième d'atmosphère.

([2]) Les nombres donnés se rapportent à l'échelle du carré des nombres de vibrations ou de l'inverse du carré des longueurs des ondes.

si graduellement d'intensité qu'il est impossible de mesurer l'autre bord. Deux raies violettes se voient à 5052 et 5351, mais elles ne sont pas assez nettes pour qu'on puisse les mesurer exactement.

» Cette nouvelle méthode de spectroscopie, par la matière radiante, ne m'a pas seulement donné un indice spectral de la présence presque constante de l'yttrium dans un très grand nombre de minéraux, bien qu'il y soit en minime quantité : elle a aussi révélé l'existence d'un autre élément producteur de spectre. Cet élément est caractérisé par une forte bande rouge, une double bande orangée et une bande verte. Je me suis récemment appliqué à résoudre le problème de la double bande orangée.

» De longues séries d'expériences démontrèrent ce fait remarquable, que la substance cherchée était une terre qui, d'elle-même, ne donnait aucun spectre de phosphorescence dans le tube à matière radiante, mais acquérait immédiatement cette propriété quand on lui ajoutait quelque autre substance, laquelle de son côté n'avait pas, isolément, le pouvoir de fournir par phosphorescence un spectre discontinu.

» Après un très grand nombre d'expériences, il devint presque certain que le corps producteur de la bande orangée était identique avec le samarium de M. Lecoq de Boisbaudran; il ne restait donc plus qu'à obtenir cette terre à l'état de pureté. Le plan général des opérations fut le même que celui que j'avais adopté pour obtenir du didyme exempt de samarium, seulement l'attention se porta alors sur les parties les plus riches en samarium qu'on avait d'abord mises de côté.

» Le sulfate de samarium pur ne donne par lui-même, dans le tube à matière radiante, qu'un très faible spectre. Cependant, lorsqu'on mêle la samarine avec de la chaux, le spectre devient peut-être encore plus beau que celui de l'yttrium. Les bandes ne sont pas aussi nombreuses, mais les contrastes sont plus accentués. Le spectre consiste en trois bandes brillantes (rouge, orangée et verte), presque équidistantes; la bande orangée est la plus forte. Avec une fente plus étroite, les bandes orangée et verte se montrent doubles et, par un examen attentif, on aperçoit de faibles dégradés qui accompagnent les bandes orangée et verte.

» Des essais préliminaires m'avaient montré que la chaux était une des meilleures substances qu'on pût ajouter à la samarine, dans le but de faire apparaître son spectre phosphorescent, mais ce n'était point le seul corps qui produisît l'effet désiré. Des observations plus rigoureuses furent faites depuis avec des substances pures mélangées en proportions déterminées. Les spectres du samarium modifiés par d'autres métaux peuvent être divisés en trois groupes. Le premier groupe comprend les spectres donnés

par les mélanges du samarium avec le glucinium, le magnésium, le zinc, le cadmium, le lanthane, le bismuth ou l'antimoine. Ces spectres comprennent simplement les trois bandes rouge, orangée et verte.

» Le deuxième type spectral est constitué par deux bandes simples, une rouge, une orangée, et une double bande verte. On l'obtient quand on mêle au samarium du baryum, du strontium, du thorium ou du plomb.

» La troisième espèce de spectre est produite par l'addition de chaux à la samarine. Ici les bandes rouge et verte sont simples, et la bande orangée est double. L'aluminium se rangerait également dans cette classe, si la bande verte, large et peu distincte qu'il produit par son mélange avec le samarium, n'était pas aussi dédoublée ([1]). »

CHIMIE. — *Sur la vitesse de transformation du soufre prismatique en octaédrique.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Debray.

« Lorsqu'on provoque la transformation du soufre prismatique en éléments octaédriques, par le contact d'un octaèdre, comme je l'ai indiqué récemment ([2]), on reconnaît que, dans des tubes cylindriques dont toutes les parties ont été rigoureusement soumises aux mêmes influences extérieures, le phénomène progresse de longueurs égales en des temps égaux. La longueur de la partie dévitrifiée pendant l'unité de temps est donc une constante que l'on pourrait nommer *vitesse de dévitrification du soufre prismatique*. La mesure de cette quantité ou bien celle du temps écoulé pendant que la longueur de la partie dévitrifiée augmente de $0^m,01$ permettra d'apprécier l'influence des diverses circonstances extérieures sur le phénomène. Je vais indiquer sommairement les principaux résultats de cette étude.

» 1° *Influence de la température ambiante sur la vitesse de la transformation.* — On aura une idée de cette influence en comparant les résultats suivants d'observations effectuées sur des tubes dans lesquels le soufre fondu à 129°,5 et maintenu dans le bain de fusion pendant cinq minutes a été introduit dans un autre bain à 88°,9, où il a été en surfusion pendant cinq minutes, puis solidifié en prismes, transporté aussitôt après

---

([1]) M. Lecocq de Boisbaudran, après avoir communiqué à l'Académie le travail de M. Crookes, rappelle ses propres recherches sur les mêmes questions, consignées dans un pli cacheté, déposé le 30 juin 1884, qui sera ouvert dans la prochaine séance. (J. B.).

([2]) *Comptes rendus*, t. C, p. 1343.

dans des bains à températures constantes, et enfin touché par un octaèdre amené à la surface libre du soufre solide :

Températures....................	—23°	—10°	0°	+12°,9	29°,8	37°,8
Durée de la transformation pour 10mm.	500m	347m	130m	88m 13s	23m 20s	16m 29s

Températures....................	44°	54°,7	71°,4	88°	91°	94°,6
Durée de la transformation pour 10mm.	12m 5s	11m 54s	18m 11s	50m 46s	137m	570m

» Ainsi, conformément aux prévisions, la transformation est très lente dans le voisinage de la température de 97°, où elle cesse d'être possible, et elle est plus rapide quand on la provoque à des températures décroissantes; mais, ce qu'on ne pouvait prévoir, elle est aussi très lente aux basses températures. Dans l'intervalle, la vitesse passe par un maximum, et les températures les plus favorables à la transformation des prismes, dans les conditions que j'ai définies, sont comprises entre 44° et 55°.

» 2° *Influence de la température à laquelle les prismes ont été produits.* — Pour montrer cette influence, je citerai un groupe d'expériences faites avec des tubes chauffés cinq minutes à 129°, 5, portés dans des bains à des températures différentes où l'on a fait naître des prismes que l'on a transportés simultanément dans le même bain de dévitrification à 52°, 6.

Températures de production des prismes...	75°,8	89°,4	99°,8	111°,5
Durées de la dévitrification pour 10mm.....	5m 5s	12m 0s	27m 16s	54m 16s

» On voit que, dans les circonstances indiquées, la durée de la dévitrification est, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus petite que les prismes ont été produits aux plus basses températures. Ce résultat concorde avec ce qu'on pouvait prévoir sur l'instabilité des prismes produits à des températures où leur formation est pour ainsi dire forcée par le contact d'un cristal de même forme.

» 3° *Influence de la durée du séjour des prismes dans le bain où ils ont pris naissance.* — Des expériences très variées montrent que la durée du séjour des prismes dans le bain où l'on a déterminé leur production a une influence notable sur la durée de la dévitrification. Cette durée diminue lorsque le temps augmente, mais cette influence cesse au bout d'un certain temps, comme le montre la série suivante, où des tubes chauffés cinq minutes à 129°, 5 ont été maintenus des temps différents à 99°, 8, puis dévitrifiés à 43°, 1.

Durées du séjour dans le bain de production.	5m	4h 5m	5h 55m
Durées de la dévitrification pour 10mm......	44m 7s	17m 20s	17m 2s

» Les prismes ont donc éprouvé après leur production une modification qui s'est produite à *température constante* et qui a pour effet de faciliter leur transformation ultérieure en octaèdres.

» 4° *Influence de la température à laquelle le soufre a été fondu avant d'être solidifié en prismes.* — Elle a pour effet de faire varier beaucoup la durée de la transformation. Voici, en effet, les nombres observés avec du soufre chauffé cinq minutes à diverses températures, puis maintenu quinze minutes à 88°,9 et transformé en octaèdres à 51°,2 :

Températures des bains de fusion.....	130°	154°	177°	206°	231°	265°
Durées de la solidification pour 10mm ..	11m54s	48m	80m	133m	200m	240m

» Ce résultat met en évidence le changement moléculaire que le soufre a éprouvé à l'état liquide sous l'influence de l'élévation de température, changement qui persiste non seulement lorsque le soufre liquide est revenu à la température initiale, mais même après qu'il a été entièrement transformé en prismes. On voit aussi que la durée absolue de la dévitrification peut être très grande, même lorsqu'on l'observe aux températures où elle est la plus courte possible.

» 5° *Influence de la durée du séjour dans le bain de fusion.* — Si l'on fait varier la durée du séjour dans le bain de fusion, toutes choses égales d'ailleurs, on constate que la durée de la dévitrification change beaucoup : on peut s'en assurer en comparant les nombres suivants, obtenus avec du soufre fondu à 129°, mis ensuite cinq minutes dans le bain de surfusion à 88°,4, solidifié en prismes, puis dévitrifié à 47°.

Durées du séjour dans le bain de fusion..	5m	10m	20m	30m	60m
Durées de la dévitrification pour 10mm...	12m47s	16m49s	33m20s	47m7s	96m46s

» On reconnaît ainsi que le soufre liquide éprouve à température constante une modification d'autant plus profonde qu'il est chauffé plus longtemps, et qui ne disparaît pas même quand il a été entièrement solidifié en prismes.

» 6° *Influence des opérations antérieures auxquelles le soufre a été soumis.* — Dans tout ce qui précède, j'ai supposé que le soufre soumis à l'expérience était formé d'octaèdres n'ayant pas été fondus. Lorsqu'il a subi la fusion et qu'on l'a solidifié, il donne des résultats de même ordre, mais de grandeurs différentes : ainsi des opérations successives ont une influence telle sur la durée de la dévitrification que sa valeur absolue peut devenir jusqu'à dix fois plus grande après quatre opérations. On reconnaît aussi que

l'effet d'une simple fusion ne disparaît pas, même un grand nombre de jours après que le soufre a été transformé en éléments octaédriques, mais qu'un certain nombre de fusions, solidifications et dévitrifications successives amènent le soufre à un état caractérisé par une vitesse de dévitrification constante. La mesure de la vitesse de transformation des prismes permet donc de mettre en évidence des modifications moléculaires dont l'existence n'avait pas été manifestée jusqu'ici. »

CHIMIE. — *Sur la présence de l'acide sulfureux dans l'atmosphère des villes.* Note de M. G. **Witz**, présentée par M. Friedel.

« Les dosages de l'ozone de l'air sont faits chaque jour à l'observatoire de Montsouris et, de longue date, on y a constaté les diminutions constantes produites sous l'influence des vents du nord qui traversent Paris. Le maximum d'ozone existe en février et mars, et le minimum en décembre. En outre, on a signalé récemment une diminution de la quantité d'ozone répandu dans l'air pendant la dernière épidémie cholérique, notamment à Marseille et à Paris.

» Ne doit-on pas attribuer en grande partie la diminution de l'ozone dans l'air des villes et les variations des dosages à la présence inévitable de l'acide sulfureux dans l'atmosphère des agglomérations de foyers et d'usines? La combustion de la houille sous toutes ses formes, principalement pendant les saisons froides, dégage des quantités considérables d'acide sulfureux qui doit être transformé, au moins partiellement, en acide sulfurique sous l'influence de l'ozone amené par les vents des campagnes.

» La présence de l'acide sulfurique a été remarquée dans les eaux *pluviales* des villes manufacturières; dans les villes, la surface des marbres se dépolit à la longue et se transforme superficiellement en *sulfate* de chaux.

» Mais l'acide sulfureux existe aussi dans l'atmosphère des villes d'une façon normale et je crois en fournir une nouvelle preuve, assez originale et à la portée de tous les observateurs : c'est la décoloration locale de certaines matières colorées minérales, considérées généralement comme très stables.

» A Rouen, où les observations ont été faites, les affiches les plus communes, usitées souvent pour locations, sont imprimées sur papiers colorés uniformément sur une seule face en orange vif plus ou moins rouge, avec le *minium* ou la *mine orange*. Exposées au grand air, ces affiches pâlissent lentement et arrivent, parfois en quelques mois, à paraître imprimées sur

papier presque entièrement blanc. L'action mécanique des pluies, pas plus que la lumière solaire, ne peuvent expliquer ces décolorations qui se produisent spontanément et également sur les affiches mises à l'abri de ces influences.

» J'ai choisi de nombreux fragments de papiers au minium décolorés à l'air libre et, avec quelques gouttes de réactifs, j'ai mis en évidence la présence du plomb et celle de l'acide sulfureux à l'état de *sulfite de plomb*, sel incolore et insoluble que l'eau acidulée décompose. Une solution d'amidon additionnée d'acide iodique développe sur le papier sulfité une coloration qui atteint bientôt le bleu violet intense.

» L'expérience suivante est aussi nette et aussi sensible qu'elle est caractéristique : elle repose sur la formation d'une petite cuve de Schützenberger par réduction de l'indigo au moyen de l'acide *hydrosulfureux*.

» Un fragment de papier ajouté dans un tube d'essai contenant du zinc décapé et de l'eau faiblement acidulée, teintée en bleu d'azur par du carmin d'indigo, décolore rapidement le liquide par l'agitation; une minute suffit d'ordinaire. Si l'on décante *aussitôt la décoloration obtenue*, la solution reprend progressivement à l'air la teinte bleue primitive. En employant simplement 1^{cq} d'affiche, on parvient même à faire successivement plusieurs essais concluants avec un seul fragment. Sans trace d'acide sulfureux, l'expérience ne peut réussir.

» Si nos conclusions sont exactes, les altérations des papiers colorés au minium seront moindres ou nulles à l'air des campagnes. C'est précisément ce que j'ai pu reconnaître sur une série d'affiches semblables, datées de juin 1884, observées huit mois après sur des murs au sud de Rouen, après avoir été exposées dans des conditions identiques. Vers les limites de la ville, la décoloration du minium est très forte; elle s'atténue en s'éloignant plus au sud et n'est presque plus sensible pour les mêmes affiches exposées à 3^{km} des premières.

» Les papiers colorés au minium affichés à l'intérieur d'appartements de rez-de-chaussée, aux vitres des *débits* notamment, arrivent plus promptement encore au blanc pur, aux places qui se trouvent mouillées par l'eau de condensation : quelques semaines d'exposition suffisent souvent. C'est à la combustion du gaz de la houille, toujours incomplètement épuré, et au contact prolongé de la solution sulfureuse qui en résulte par le refroidissement de la nuit, qu'il faut attribuer ces effets [1].

---

(1) L'hydrogène sulfuré du gaz de la houille est transformé, dans l'acte même de la com-

» La recherche de l'acide sulfureux dans une atmosphère qnelconque contenant de l'humidité se réduit à la refroidir, sous forme de courant, de manière à recueillir l'eau de condensation. Toutefois, lorsqu'il s'agit des appartements éclairés au gaz, il suffit d'essayer l'eau condensée sur les vitrages intérieurs à la suite des nuits froides. Si l'on projette vers la partie supérieure des vitres des gouttes de solution d'iodure d'amidon d'une intensité de coloration moyenne, celles-ci se décolorent à mesure qu'elles se mélangent aux gouttelettes condensées.

» Des faits de cet ordre s'accomplissent également, dans certaines régions, dans tous les phénomènes naturels où il se produit une condensation de l'humidité atmosphérique : brouillards, rosées, gelées blanches, givre, grêle, etc; j'ai pu le constater diverses fois au nord-ouest de Rouen, dans la vallée de Déville où existent de nombreuses usines.

» C'est principalement aux premières *gelées blanches* que l'acide sulfureux dilué dans l'atmosphère se trouve entraîné et condensé avec de faibles quantités d'eau. Aussi éprouve-t-on souvent, alors, quelques accidents spéciaux dans la fabrication des étoffes teintes ou imprimées : nous en possédons maintes preuves.

» Quant au contrôle direct de la décoloration des papiers recouverts de minium, je me suis assuré que les expériences de ce genre exigent un séjour *prolongé* dans une atmosphère limitée *très humide* et des refroidissements alternatifs, plutôt qu'une grande abondance de gaz sulfureux.

» En définitive, que les relations annoncées entre certaines épidémies et l'absence d'ozone dans l'atmosphère soient, par la suite, confirmées plus ou moins complètement, nous pensons que les faits suivants sont établis dès à présent:

» 1° L'acide sulfureux existe dans l'air des villes où l'on brûle de la houille, et sa présence y provoque une notable diminution de l'ozone atmosphérique ainsi que la formation d'acide sulfurique.

» 2° Par l'action *très lente*, mais continue, de traces d'acide sulfureux dans l'atmosphère des villes manufacturières et sous l'influence des variations fréquentes de l'état d'humidité, le peroxyde de plomb du minium qui

---

bustion, non seulement en acide sulfureux, mais aussi, en partie, en *acide sulfurique*. J'ai caractérisé simplement l'acide sulfurique engendré ainsi en le recueillant sur de grands fumivores peu chauffés, au-dessus des becs dits *à papillon*.

La combustion des *pyrites* donne naissance directement à ces deux composés, comme les expériences de M. Scheurer-Kestner l'ont prouvé récemment.

colore certaines affiches est détruit et *sulfaté;* tandis que, simultanément, le protoxyde de plomb devenu libre se transforme en *sulfite* insoluble, sel facile à caractériser et à doser; le sulfite existe en proportion inverse de la coloration du minium. Nous avons donc là de nouveaux moyens d'étudier l'atmosphère des grandes agglomérations. »

CHIMIE. — *L'arsenic du sol des cimetières, au point de vue toxicologique.* Note de MM. Schlagdenhauffen et Garnier, présentée par M. Friedel.

« D'expériences entreprises depuis trois ans sur le rôle que joue dans les recherches toxicologiques l'arsenic naturellement contenu dans le sol des cimetières, nous avons déduit les conclusions suivantes :

» 1° L'arsenic se trouve disséminé, en quantités variables et souvent très considérables, dans divers terrains des Vosges; les terres sablonneuses rouges semblent en renfermer le plus. Les cimetières de ces localités sont donc nécessairement établis sur un sol arsénical. L'arsenic contenu dans ces terrains existe probablement à l'état d'arséniate de fer; ce dernier est très légèrement soluble dans l'eau bouillante, contrairement à ce qu'on avait admis jusqu'à présent, mais résiste complètement à l'action de l'eau à la température ordinaire et ne peut être entraîné par les infiltrations d'eaux pluviales.

» 2° L'arsenic abandonné sous une forme quelconque (acide arsénieux, arsénite et arséniate alcalin) en solution aqueuse, au laboratoire, au contact d'une terre argilo-calcaire et ferrugineuse, se transforme peu à peu, à la température ordinaire, en dérivés insolubles qui sont retenus par la terre; cette transformation paraît accélérée par la chaleur du bain-marie.

» 3° Un composé arsénical quelconque, même très soluble (arséniate de potassium), introduit dans un sol naturel argilo-calcaire et ferrugineux, et soumis à l'action des infiltrations pluviales à la température des diverses saisons, se comporte de même façon qu'au laboratoire au contact d'une terre de même nature et d'un excès d'eau. S'il est insoluble, il le reste; s'il est soluble, au contraire, il devient peu à peu insoluble, et assez rapidement pour que, à des profondeurs de $0^m,60$ et $0^m,90$ au-dessous de l'endroit où il a été déposé, on n'en puisse déceler la moindre trace, même au bout de quatorze mois.

» Nos résultats corroborent ceux qu'a obtenus Orfila en 1847, dans l'affaire Nicolas Noble, et prouvent péremptoirement l'impossibilité de

l'entraînement de l'arsenic du sol par les eaux d'infiltrations pluviales jusqu'au contact d'un cadavre inhumé dans un terrain arsénical. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Tectibranches du golfe de Marseille*. Note de M. A. VAYSSIÈRE, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Depuis huit ans, je poursuis, au Laboratoire de Zoologie marine de M. le professeur Marion, l'étude des Opistobranches du golfe de Marseille. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui les résultats de mes recherches zoologiques et anatomiques sur une partie d'entre eux, les Tectibranches (1).

» Ces animaux sont assez nombreux le long du littoral méditerranéen de la France; j'ai constaté dans le golfe de Marseille l'existence d'une quarantaine d'espèces dont je vais donner la liste. Ces Mollusques peuvent se répartir de la manière suivante dans les trois sous-ordres de Tectibranches établis par M. P. Fischer; vingt-deux appartiennent au sous-ordre des *Cephalaspidea*.

Actœon tornatilis, A. globulinus; Bulla striata; Haminea cornea, H. hydatis, H. hydatis, var. *elegans; Acera bullata; Scaphander lignarius, S. lignarius,* var. *minor; Philine aperta, P. Monterosati, P. catena; Cylichna diaphana; Utriculus truncatulus, U. mamillatus, U. nitidulus, U. obtusus, U. umbilicatus; Volvula acuminata; Gastropteron Meckelii, Doridium carnosum, D. membranaceum.*

» Six seulement se rangent dans le sous-ordre des *Anaspidea*.

Aplysia fasciata, A. depilans, A. punctata; Aplysiella Weebbii; Notarchus punctatus, Lobiger Philippii.

» Enfin neuf appartiennent au sous-ordre des *Notaspidea*.

Pelta coronata; Pleurobranchus plumula, P. aurantiacus, P. Monterosati; Oscanius membranaceus, O. tuberculatus; Pleurobranchœa Monterosati; Umbrella mediterranea; Tylodina citrina.

» Voici, au point de vue anatomique, les points particuliers sur lesquels je crois devoir attirer l'attention. Je puis affirmer que tous les Tectibranches que j'ai disséqués sont bien opistobranches; les exceptions signalées par M. Jhering ne sont nullement fondées, ces Mollusques ayant toujours l'appareil respiratoire situé en arrière du cœur.

(1) Ce Mémoire doit paraître dans le 2e Volume des *Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille*.

» L'*Aplysiella Weebbii*, dont la plupart des naturalistes faisaient un sous-genre dépendant des *Aplysia*, forme bien un genre distinct qui offrirait, par le rapprochement de ses centres nerveux viscéraux, plus d'affinités avec le *Notarchus* qu'avec les *Aplysia* vrais.

» Le *Notarchus* n'est guère connu que par de courtes descriptions et quelques figures insuffisantes; j'ai pu en faire une étude anatomique à peu près complète avec les individus pris sur les côtes de Marseille. Ce Mollusque possède une petite coquille microscopique, cariocelliforme, placée sous les téguments palléaux, en arrière de l'anus, comme celle dont j'ai constaté l'existence chez le *Gastropteron Meckelii*. Le *Notarchus*, comme ce dernier animal, est remarquable par le grand développement de ses parapodies; seulement celles-ci, au lieu d'être libres comme chez le *Gastropteron*, sont soudées sur presque toute leur étendue, formant ainsi un sac volumineux dans lequel semble flotter la partie postérieure du corps; quant au manteau, il est réduit à une mince membrane présentant sur le flanc droit un rebord charnu sous lequel s'insère la branchie.

» Le tube digestif est conformé comme celui des *Aplysia;* il en est de même des organes de la génération, à l'exception du pénis qui offre sur toute sa surface conique un certain nombre de crochets chitineux.

» Le système nerveux présente le même nombre de ganglions que chez les *Aplysia*, seulement tous ces ganglions entourent l'œsophage, comme chez l'*Aplysiella*.

» Le sous-ordre des *Notaspidea* doit être divisé en deux sections : la première, qui ne comprend que la famille des *Peltidæ* (constituée par le seul genre *Pelta*, créé en 1844 par M. de Quatrefages), en dehors des caractères propres aux *Notaspidea*, offre des rapports indiscutables avec les Bullidés (absence de tentacules, présence de grandes plaques cornées dans l'estomac, séparation complète du pénis d'avec les autres organes de la génération).

» Dans la deuxième section je place les familles des Pleurobranchidés et des Umbrellidés.

» J'ai séparé les *Pleurobranchus membranaceus* et *tuberculatus* (*testidunarius* de Cantraine) des autres *Pleurobranchus* pour en faire un genre intermédiaire entre les *Pleurobranchus* vrais et les *Pleurobranchea*. Cette distinction est basée sur la séparation totale des orifices génitaux chez ces deux espèces, tandis que chez les *Pleurobranchus plumula, aurantiacus* et *Monterosati* l'orifice pénial et la vulve viennent tous deux déboucher dans une sorte de cloaque génital. J'ai donné à ces deux *Pleurobranchus* la dé-

nomination générique d'*Oscanius*, qui avait été créée pour l'un des deux (le *membranaceus*) par Leach, en 1847.

» Je puis donner sur l'*Umbrella mediterranea* quelques détails anatomiques qui avaient échappé à mes devanciers. Dans le système nerveux de ce Mollusque j'ai retrouvé, comme chez presque tous les autres Tectibranches (*Gastropteron, Haminea, Scaphander, Philine, Doridium, Aplysia, Aplysiella, Notarchus* et *Pleurobranchus*) une commissure intercérébroïdale sous-œsophagienne très délicate, qui est le plus souvent accolée aux connectifs cérébro-pédieux et à la grosse commissure pédieuse. J'ai pu aussi constater la présence des otocystes; ces organes reposent sur les ganglions pédieux, mais sont reliés aux ganglions cérébroïdes par de très petits nerfs.

» Le système nerveux de la *Tylodina*, que je n'avais pu observer complètement dans un précédent travail, a été l'objet d'une étude spéciale. Le collier œsophagien offre une grande ressemblance avec celui de l'*Umbrella;* il s'en distingue toutefois par la présence de trois ganglions viscéraux, au lieu de deux que possède le collier de l'*Umbrella;* ce ganglion viscéral médian de la *Tylodina* donne naissance aux nerfs qui se rendent aux organes de la génération.

» Tels sont les résultats principaux auxquels je suis arrivé en poursuivant ces recherches sur les Tectibranches du golfe de Marseille. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine des spores et des élatères chez les Hépatiques* (1). Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Duchartre.

« Après avoir été fécondé, l'œuf des Hépatiques se divise d'abord en deux cellules par une cloison perpendiculaire à la direction de l'archégone, puis le cloisonnement se continue d'une façon variable suivant les genres, et, au bout d'un certain temps, on a un massif de cellules à peu près homogène. Ce premier développement de la génération asexuée a été suivi par plusieurs auteurs chez un assez grand nombre d'espèces. Je citerai, parmi les principaux travaux qui ont été publiés sur ce sujet, ceux de Hofmeister, Leitgeb et Kienitz-Gerloff; mais la formation des spores et des élatères aux dépens de ce parenchyme homogène a été moins étudiée, et c'est sur ce point que j'ai fixé mon attention.

» Dans tous les cas que j'ai examinés, on voit, à un moment donné, vers

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches botaniques de l'École Normale.

le centre du sporogone, un massif de cellules se différencier des parties voisines par la densité de son protoplasma et les grandes dimensions de ses noyaux. Ce sont ces cellules, et elles seules, qui doivent fournir les spores et les élatères; à l'exemple de quelques auteurs, je désignerai leur ensemble sous le nom de *tissu sporigène*.

» Chez le *Sphærocarpus terrestris*, étudié déjà par M. Petounikow, les cellules de ce tissu se multiplient pendant un certain temps, puis s'isolent les unes des autres par résorption des parois communes. Chaque élément ainsi isolé se divise en quatre cellules qui restent réunies. Dans certains cas, on a ainsi un groupe de quatre spores; d'autres fois, un groupe de quatre cellules stériles de plus petites dimensions que les spores. Les cellules stériles représentant ici les élatères sont donc de même valeur que les spores.

» Dans le cas du *Targionia hypophylla* et du *Reboulia hemisphærica*, les cellules du tissu sporigène se multiplient comme dans le cas précédent et s'isolent ensuite les unes des autres lorsqu'elles ont cessé de se multiplier. Alors et seulement alors on peut les séparer en deux catégories : les unes continuent à s'accroître régulièrement et deviennent cellules-mères de spores, les autres s'allongent seulement dans une direction et se transforment en élatères. Dans ce cas, une élatère correspond donc à une cellule-mère de spores. D'ailleurs aucun ordre ne préside à la distribution relative des spores et des élatères.

» Dans la tribu des Jungermanniées, la différenciation des parties du sporogone présente plus de variété. Dans le cas des genres frondacés, tels que le *Pellia* ou l'*Aneura*, les choses se passent comme chez le *Targionia*, en ce que les cellules cessent de se diviser lorsqu'elles sont devenues libres et qu'une élatère est l'équivalent d'une cellule-mère de spores; mais les élatères sont rangées beaucoup plus régulièrement par rapport aux spores.

» En passant aux genres foliacés, tels que le *Scapania*, on remarque que le tissu sporigène se désagrège bien plus tôt que dans les autres cas. Les cellules devenues libres flottent alors dans un liquide gélatineux et se multiplient très activement; puis certaines d'entre elles cessent de se diviser et s'allongent pour se transformer en élatères; les autres paraissent se diviser pendant quelque temps encore et finalement se transforment en cellules-mères de spores; une élatère correspondrait donc à plus d'une cellule-mère de spores.

» Chez le *Frullania dilatata*, le tissu sporigène se compose, à un moment donné, d'une seule assise de cellules; la moitié de ces cellules s'al-

longe verticalement sans se segmenter et donne des élatères; les autres, alternant régulièrement avec les premières, s'allongent aussi, mais se divisent en 4 — 12 cellules-mères de spores rangées en file. Une élatère a donc ici la même origine que toute une file de cellules-mères de spores.

» Dans tous les cas, une cellule-mère, une fois isolée, se partage en quatre spores par un processus facile à prévoir. Il est cependant à remarquer que le noyau se divise très tard. Je terminerai en indiquant le mode de formation de la bande d'épaississement en spirale qui caractérise les élatères adultes. Chez le *Frullania dilatata*, par exemple, on voit à un moment donné se former, sur la paroi encore homogène de l'élatère, une traînée granuleuse qui s'épaissit et se régularise peu à peu, et finit par devenir l'ornement spiral que l'on connaît. Ce mode de formation est en tout comparable à celui qui a été décrit par M. Strasburger pour les ornements des vaisseaux du bois. Au moment où se forme cette spirale, les élatères sont remplies de grains d'amidon qui disparaissent rapidement, employés vraisemblablement à nourrir les spores qui achèvent alors leur développement.

» Il résulte de l'ensemble de cette Note que, dans tous les genres que j'ai examinés, le perfectionnement de la génération asexuée et la précocité de la différenciation de ses diverses parties sont toujours en rapport avec le degré de perfectionnement de la génération sexuée et avec le rang qu'occupe ce genre dans la classification. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les répétitions et la symétrie*. Note de M. P. **Curie**, présentée par M. Jordan.

« Dans deux Notes parues au *Bulletin de la Société minéralogique*, j'ai traité à nouveau le problème des répétitions et de la symétrie, qui peuvent convenir à tout système limité.

» Pour traiter le problème des répétitions, considérons un sens à chaque droite d'un système : le nombre des axes de répétition est alors doublé. Deux axes inverses, c'est-à-dire coïncidant entre eux, mais dirigés en sens inverse, peuvent être d'espèces différentes (cas des axes ternaires du tétraèdre régulier) ou de même espèce (cas des axes du cube). Deux axes inverses de même espèce constituent un *axe doublé*.

» Les conventions qui précèdent conduisent immédiatement à énoncer le théorème suivant :

» *Lorsque plusieurs axes se coupent en un même point, le produit du nombre*

d'axes de chaque espèce par l'ordre de l'axe correspondant est le même pour chaque espèce d'axe et est égal au nombre de répétitions autour du point de croisement des axes.

» Soient $p, p', p'', \ldots$ des axes d'ordre $q, q', q'', \ldots$ se coupant en un même point autour duquel se présentent n répétitions; on aura

$$(1) \qquad n = pq = p'q' = p''q'' = \ldots.$$

» *Exemple.* — Le cube possède 6 axes d'ordre 4 (3 axes doublés), 8 axes d'ordre 3 et 12 axes d'ordre 2; on a

$$6 \times 4 = 8 \times 3 = 12 \times 2 = 24,$$

et 24 est l'ordre de répétition du centre de figure du cube.

» On peut encore compter le nombre de répétitions autour d'un point d'une autre manière indiquée par Bravais. Cette méthode conduit, en se servant de (1), à l'équation

$$(2) \qquad p + p' + p'' + \ldots = (\mathrm{K} - 2)n + 2,$$

où K désigne le nombre d'espèces d'axes.

» La résolution du système d'équations indéterminées (1) et (2) permet de dresser le tableau du nombre et de l'ordre des axes dans les divers systèmes limités possibles. Il reste ensuite à montrer géométriquement qu'un système et un seul répond à chacun d'eux.

» Pour traiter les questions de symétrie, on commence par donner une définition aussi générale que possible de deux systèmes symétriques l'un de l'autre et d'un système symétrique. On démontre ensuite que *toute transformation symétrique peut être effectuée en prenant l'image du système par rapport à un certain plan, puis en faisant tourner cette image d'un certain angle autour d'une normale au plan.* Appelons transformations symétriques *indifférentes* celles qui, dans un système symétrique, restituent le système. On établit que, dans une transformation symétrique indifférente, le plan de transformation est en général normal à un axe de répétition d'ordre q, et l'angle dont on tourne l'image est égal à $\mathrm{K}\,\frac{1}{2}\,\frac{2\pi}{q}$ (K étant entier). Deux cas sont à considérer alors, suivant que K est pair ou impair.

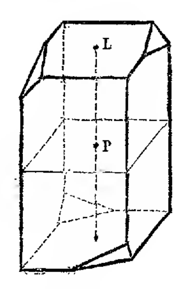
» Si K est pair, on a simplement un plan de symétrie accompagné d'un axe de répétition normal d'ordre q. Nous dirons que nous avons affaire à *un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q*, voulant montrer par là qu'un

pareil plan indique l'existence de q transformations symétriques indifférentes. Le pôle sera le point où l'axe vient percer le plan.

» Si K est impair, la rotation de l'image sera un multiple de l'angle de répétition plus la moitié de cet angle; on aura alors *un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q*. Les q transformations symétriques indifférentes indiquées par un pareil plan n'avaient pas été considérées jusqu'ici; la dénomination d'*alterne* a été adoptée parce que les symétriques d'un point alternent en position autour de l'axe avec ceux que l'on aurait obtenus par symétrie directe. Les plans normaux aux axes ternaires du cube, du rhomboèdre, sont des plans de symétrie alterne à pôle d'ordre 3. Les plans normaux aux axes binaires d'un tétraèdre régulier sont des plans de symétrie alterne à pôle d'ordre 2. Un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre 1 signifie la même chose qu'un centre de symétrie.

» La considération des plans de symétrie alterne est nécessaire à un double point de vue. Elle réalise une harmonie particulière dans les théorèmes en permettant de compter les transformations symétriques : on démontre, par exemple, qu'un système symétrique limité possédant n répétitions doit aussi posséder n transformations symétriques indifférentes distinctes.

» Enfin, il existe une classe particulière de solides qui sont symétriques tout en n'ayant ni centre, ni plans de symétrie; ils possèdent seulement un axe de répétition d'ordre q (avec q pair) et un plan de symétrie alterne normal à cet axe.



» En appliquant les notions acquises sur la symétrie à chacun des neuf types de répétition connus, on arrive à vingt-quatre types généraux différents. Des considérations sur la constitution intime des cristaux nous ont montré que ces corps ne peuvent posséder et ne possèdent, en effet, comme plans de symétrie alterne que ceux du deuxième ordre ou du troisième ordre. On arrive ainsi à trouver que les *formes extérieures* des corps cristallisés peuvent affecter trente-deux modes distincts.

» La figure ci-jointe représente une forme qui peut se rencontrer parmi les corps cristallisés, bien qu'on ne l'ait pas encore signalée. Cette forme est parfaitement symétrique, tout en n'ayant ni centre ni plan de symétrie; elle possède un axe binaire de répétition L vertical, et un plan de symétrie alterne normal à cette axe. Le cristal se présente sous la forme d'un prisme quadratique modifié par des facettes tétraédriques entièrement obliques. Les deux transformations symétriques indifférentes possibles consistent à prendre l'image de la forme sur le plan P et à faire tourner cette image d'un angle $\frac{\pi}{2}$ ou $3\frac{\pi}{2}$ autour de l'axe L.

» Dans les milieux illimités, on doit encore considérer des *plans de symétrie translatoire directe ou alterne;* ces transformations symétriques indifférentes consistent à prendre l'image du système par rapport à un certain plan, puis à la faire glisser d'un nombre pair ou impair de fois, la moitié d'une translation de répétition existant parallèlement au plan. »

MINÉRALOGIE. — *Appareil* comparateur *pour l'étude des minéraux non transparents.* Note de M. A. INOSTRANZEFF, présentée par M. Daubrée.

« La grande importance du microscope, appliqué à l'étude des roches, est incontestable. C'est à la méthode microscopique que nous sommes redevables de la classification moderne des roches, de nos connaissances sur la structure des roches et des minéraux qui les composent, ainsi que de leurs inclusions, enfin de beaucoup de modifications et de métamorphoses des représentants du règne minéral. Cependant, la méthode microscopique a très peu contribué jusqu'à présent à l'étude des minéraux non transparents, qui entrent dans la composition des roches. Il y a dix ans, je publiais, dans le *Bulletin de la Société des naturalistes de Moscou* (t. VI, livr. 1), une Note sur l'étude des minéraux non transparents, où je proposais de faire usage de la teinte et de l'éclat de ces minéraux, pour les distinguer entre eux. Au moyen d'un fort éclairage venant d'en haut et se distinguant peu de la lumière ordinaire, on peut faire apparaître l'éclat et la teinte des minéraux non transparents. Par ce procédé, je réussis à déterminer jusqu'à huit minéraux opaques dans les roches du gouvernement d'Olonez et à montrer, dans plusieurs cas, leurs rapports génétiques. Mais la détermination de la couleur et de l'éclat étant sujette à des erreurs subjectives, depuis longtemps déjà je méditais sur une méthode comparative, qui donnerait le moyen de comparer les minéraux non transparents inconnus avec

d'autres déjà bien déterminés. Pendant dix ans, aucun progrès n'avait été réalisé sous ce rapport.

» Mon premier essai fut fait au moyen de la chambre claire, qui transmet avec perfection la teinte et l'éclat des minéraux opaques. A l'aide de cet instrument, je transporte l'image de mon microscope dans un autre microscope où se trouve un minéral bien connu, et c'est ainsi que je les compare. Mais, pour empêcher l'image du premier microscope de couvrir celle du second, il faut prendre les précautions suivantes. J'introduis dans une chambre claire de Hartnack un diaphragme, que je place dans la partie inférieure du tube, de manière à couvrir la moitié du champ de vision. Un autre diaphragme pareil à celui-ci, c'est-à-dire ne bouchant aussi que la moitié du tube, est introduit dans le second microscope, où se trouve le minéral connu. Grâce à cette disposition des diaphragmes, je vois dans le second microscope d'un côté (à gauche) l'image du minéral à déterminer et de l'autre (à droite) celle du minéral connu.

» L'appareil que je viens de décrire a toutefois un assez grand défaut; c'est qu'on y compare un objet, pour ainsi dire, avec une ombre, puisque la chambre claire augmente toujours un peu l'image qu'elle transporte et, par suite, affaiblit sa lumière. Or j'ai trouvé un moyen de comparer mes minéraux dans des conditions tout à fait identiques, et je n'ai fait mention de la chambre claire et de mon premier essai, que parce que chacun possède cet instrument et peut ainsi facilement contrôler ma méthode.

» Pour atteindre une identité complète de l'image du minéral à déterminer et de celui avec lequel je compare, j'ai fait construire un nouvel appareil que l'on pourrait appeler *chambre comparative* ou comparateur microscopique, *chambre de comparaison*, et qui sert pour ainsi dire à allonger deux microscopes et à les recourber sous un angle droit. Dans les coins extérieurs de l'appareil sont placés des prismes à réflexion totale, ou bien de petits miroirs, qui changent la direction des rayons sortant des microscopes, en les pliant sous un angle droit. Au milieu de l'appareil, sous son ouverture, se trouvent deux autres prismes, qui dirigent vers le haut les images qui leur sont transmises par les premiers prismes. Cette chambre comparative se place sur deux microscopes sans oculaires, et l'un des oculaires prend place au-dessus des prismes du milieu. Par ce procédé, je recevais un champ de vision rond, composé de deux moitiés divisées par une ligne très fine; l'une des moitiés appartient à l'image du premier microscope et l'autre à celle du second. En plaçant sous les microscopes des minéraux de teintes et d'éclats tout à fait identiques, on obtient sous l'oculaire de

la chambre une image complètement uniforme, si bien que la ligne de division, pour ainsi dire, disparaît. Le moindre changement de la nuance de l'un des objets fait tout de suite reparaître la ligne, c'est-à-dire divise l'image en deux parties distinctes.

» Je crois être autorisé à admettre que mon *comparateur* peut trouver application, non seulement à l'étude des minéraux et des roches, mais encore tout aussi bien dans toutes les recherches microscopiques où l'on a recours à la comparaison.

» Afin de faire mieux ressortir la teinte et l'éclat des minéraux, je les éclaire au moyen de petits miroirs placés sur la table des microscopes. Pour la description de la construction de ces glaces, ainsi que de l'échelle de comparaison, je renvoie à un article détaillé que je publierai prochainement. J'ajouterai que je remplace dans mon échelle les minéraux non transparents naturels, qui rendraient l'échelle trop chère, par des couleurs artificielles préparées avec la poudre de ces minéraux; sous le microscope l'effet en est complètement le même. »

GÉOLOGIE. — *Sur un silex enhydre du terrain quaternaire de la vallée du Loing (Seine-et-Marne)*. Note de M. **Stan. Meunier**.

« Je dois à l'obligeance si éclairée de M. Doigneau (de Nemours) la communication d'un petit échantillon qui me paraît jusqu'ici sans analogue dans les collections géologiques. Il s'agit d'un silex grossièrement sphéroïdal, de 45^{mm} de diamètre moyen, creux et renfermant (outre un noyau pierreux mobile, ce qui est fréquent) une notable quantité d'eau liquide bien reconnaissable au bruit de clapotis qu'on détermine par une brusque agitation.

» Déjà on connaît, sous le nom d'*enhydres*, des concrétions quartzeuses provenant des roches amygdaloïdes et leur origine est bien connue : la silice déposée couche à couche dans les cavités de la masse éruptive a, dans certains cas, obstrué elle-même le canal qui livrait passage à l'eau minéralisée. Dès lors celle-ci s'est trouvée emprisonnée en quantité plus ou moins considérable et subsiste, généralement avec de l'air, au sein de l'ampoule pierreuse et transparente.

» Je ne sache pas qu'on ait jamais signalé les mêmes particularités pour les silex ; elles peuvent toutefois s'expliquer d'une manière analogue, puisque, comme l'agate, le silex est un résultat de dépôts successifs au sein d'une roche antérieurement formée.

» L'enhydre de Nemours a été recueillie, non en place, c'est-à-dire dans la craie où cette pierre a pris naissance, mais dans les graviers quaternaires de la vallée du Loing où elle est restée parmi les résidus de la dénudation séculaire du terrain crétacé.

» Relativement à la nature de l'eau incluse, l'idée qui se présente d'abord est de supposer que ce liquide constitue un échantillon de l'Océan même au fond duquel s'est déposé le sédiment où le silex était *in situ*. Mais, outre que les observations démontrent que les silex sont d'âge fort postérieur à celui de la craie et même qu'ils sont peut-être, au moins en partie, en voie actuelle de formation dans les profondeurs des masses secondaires, il faut se souvenir que la matière siliceuse est loin d'être imperméable. On sait que les quartz enhydres, conservés au sec dans les collections, ne tardent pas à perdre de leur eau par porosité et qu'on peut imprégner les agates d'eau miellée, d'acide sulfurique, etc. Il doit évidemment en être de même du silex de Nemours. Aussi paraît-on en droit de rechercher dans les conditions du gisement au sein du quaternaire la cause de l'existence de l'eau liquide dans la pierre qui nous occupe. Celle-ci ne présente aucune fissure visible, même au grossissement d'une forte loupe ; mais je ne doute pas qu'on ne puisse imiter sa constitution imprévue en soumettant à une pression suffisante les boules siliceuses creuses du diluvium préalablement immergées dans de l'eau. »

GÉOLOGIE. — *Sur le miocène supérieur de la Cerdagne*. Note de MM. L. **Rérolle** et **Ch. Depéret**, présentée par M. Hébert.

« On donne le nom de Cerdagne à un ancien bassin lacustre, situé sur le versant méridional des Pyrénées orientales, et partagé politiquement entre la France et l'Espagne. Les couches *miocènes supérieures* qui se sont déposées dans ce petit bassin, long de 19^{km} environ, reposent transgressivement sur des terrains anciens formant autour de ce pays une haute ceinture de montagnes : celles-ci sont constituées au nord, à l'est et au sud-est, par le *terrain primitif* et par des schistes carburés *siluriens* peu développés; à l'ouest et au sud-ouest, par les calcaires *dévoniens* à Goniatites ou marbres griottes.

» Le miocène supérieur comprend deux assises :

» 1° A la base, des argiles grasses, bleues ou noirâtres, avec couches de lignite subordonnées dans les bancs inférieurs; ces argiles deviennent plus sableuses dans les couches supérieures.

» 2° Au sommet, des limons rougeâtres, mêlés de cailloux roulés et de graviers, forment des lambeaux discontinus vers le pourtour du bassin lacustre.

» Les argiles à lignite contiennent de nombreuses empreintes de plantes, dont l'ensemble rappelle surtout les flores miocènes de Sinigaglia, de Stradella et d'Œningen.

» Nous y avons recueilli également quelques Mammifères : *Sus major*, *Hipparion gracile*, *Castor Jœgeri*, *Amphicyon major*, *Ictitherium* sp., *Mastodon* sp., qui nous permettent de rapporter cette petite faune à l'horizon d'Eppelsheim, et de la rapprocher des faunes d'Orignac (Hautes-Pyrénées), et des alluvions sous-basaltiques des Coirons.

» Nous remarquerons que le miocène supérieur de Cerdagne a une composition analogue à celle du même étage dans la vallée du Rhône : les argiles à lignite de la base correspondent aux marnes à lignite de Tersanne et de la Tour-du-Pin ; les limons rougeâtres sans fossiles représentent les limons rouges à *Hipparion* de Cucuron.

» Le *terrain quaternaire* enfin est représenté en Cerdagne par des *alluvions caillouteuses* peu épaisses, et par la belle *moraine frontale* sur laquelle est bâtie la petite ville de Puycerda. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Calorimètre enregistreur applicable à l'homme*. Note de M. A. d'Arsonval.

« Dans des Communications antérieures ([1]), j'ai fait connaître à l'Académie une méthode permettant d'enregistrer pendant une durée quelconque, sans corrections, la quantité de chaleur dégagée par un être vivant. Cette méthode très précise n'est applicable qu'aux êtres vivants de petite taille, en raison de la construction des appareils qui la réalisent.

» Pour pouvoir étendre mes recherches et les poursuivre sur l'homme lui-même, j'ai dû chercher une nouvelle méthode d'une installation simple et d'une exactitude néanmoins suffisante pour ce genre d'étude.

» La méthode que j'ai imaginée en 1883, à cet effet, est une variante de la méthode calorimétrique par rayonnement, à laquelle j'ai apporté diverses modifications pour l'adapter à mes besoins.

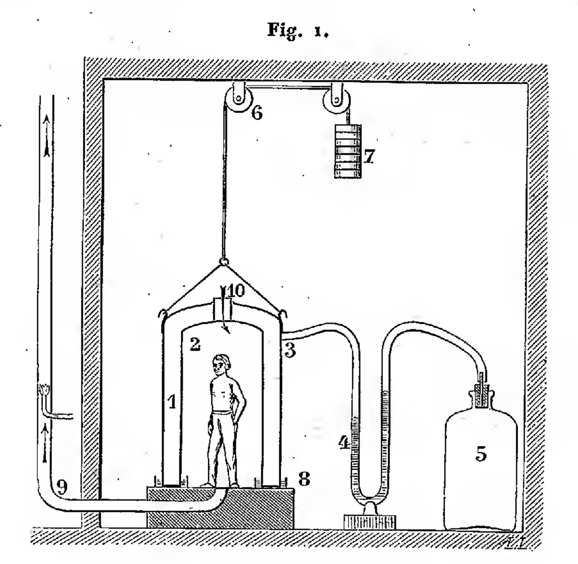
» Voici en quoi consiste l'appareil destiné à la calorimétrie humaine :

» Le calorimètre proprement dit (*fig*. 1) se compose de deux vases cy-

([1]) Voir *Comptes rendus*, année 1879, *passim*.

lindriques, en métal, placés concentriquement et limitant deux cavités distinctes : la première (1), annulaire, est hermétiquement close et communique seulement par la tubulure (3) avec un manomètre à eau (4),

Fig. 1.



dont j'expliquerai ci-dessous l'usage. Cette cavité est pleine d'air. La seconde cavité (2) constitue l'intérieur du calorimètre, dans lequel est placé l'homme en expérience.

» Le calorimètre est suspendu au plafond par une poulie (6) et équilibré par un poids (7). Sa base repose sur un socle (8), muni d'une rainure circulaire, remplie de glycérine, faisant fermeture hydraulique dans le cas où l'on veut faire en même temps l'analyse des gaz de la respiration.

» Pour pénétrer dans l'instrument, on le soulève au-dessus du sol et on le laisse retomber dans la rainure une fois en place. Cette manœuvre ne présente aucune difficulté, grâce à la suspension de l'instrument. Au-dessous du socle débouche un tuyau (9), de $0^{m},06$ à $0^{m},08$ de diamètre, qui passe à travers la cloison de la pièce où se trouve le calorimètre. La ventilation a lieu simplement par l'appel de la cheminée (9), dans laquelle brûle un bec de gaz muni d'un petit régulateur Giroud, c'est-à-dire à débit et à tirage constants. L'air extérieur arrive par la tubulure (10), et, comme la ventilation se fait ainsi de haut en bas, la température est bien uniforme dans l'intérieur de l'appareil.

» Supposons maintenant l'appareil relié à un manomètre simple par le tube (3). Si une source de chaleur est placée en (2), elle réchauffe l'air

de (1), et la température monte jusqu'à ce que la perte par rayonnement soit égale à la production. Cette augmentation de température se traduit à l'extérieur par le mouvement de la colonne du manomètre qui en donne la mesure.

» Ce calorimètre est, comme on le voit, *un grand thermomètre à air creux,* dans la cavité duquel la source de chaleur se trouve enfermée. On reconnaît aisément, dans ce dispositif, le principe des *régulateurs directs* que j'ai autrefois décrits à l'Académie ([1]), et l'on comprend, sans que j'insiste, tous les avantages de cette disposition.

» La quantité de chaleur rayonnée par l'appareil (c'est-à-dire produite dans son intérieur) est proportionnelle à l'excès de température du calorimètre sur le milieu ambiant (loi de Newton); elle est donc proportionnelle à la hauteur de la colonne manométrique.

» Si l'on employait un manomètre à air libre pour mesurer l'échauffement de la cavité (1), il faudrait tenir compte des variations barométriques et thermométriques du milieu ambiant pendant la durée de l'expérience. J'élimine à la fois ces deux corrections en reliant la seconde branche du manomètre à un récipient plein d'air (5) qui se trouve dans la même pièce que le calorimètre.

» Grâce à cet artifice, le manomètre indique constamment l'excès de température du calorimètre sur le milieu ambiant, c'est-à-dire précisément la quantité à mesurer.

» L'ensemble de l'appareil est donc un thermomètre différentiel à air analogue, aux dimensions près, à celui de Leslie et tout aussi sensible.

» Pour graduer l'appareil *en calories* je fais brûler dans son intérieur un bec d'hydrogène pur à débit constant, dont la chaleur de combustion est connue; je note la hauteur correspondante du manomètre quand l'appareil est en équilibre et la graduation se trouve terminée.

» La simple lecture du manomètre donne aussi à chaque instant la chaleur produite par l'être en expérience.

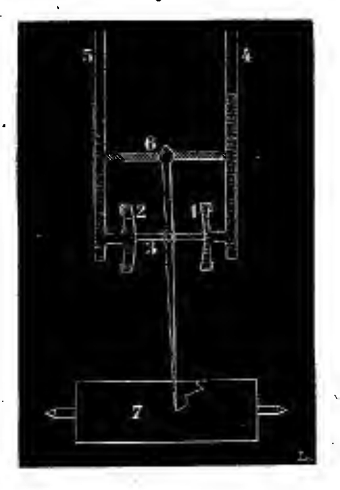
» Si l'expérience doit durer peu de temps, je n'emploie pas le réservoir compensateur. Le manomètre contient de l'eau; on peut augmenter sa sensibilité à volonté, en inclinant plus ou moins le tube sur l'horizon. Cette précaution est inutile dans la plupart des cas. Pour inscrire sous forme de courbe continue les indications du manomètre, j'ai employé d'abord le dispositif figuré ci-contre (*fig.* 2) et analogue à celui qu'a ima-

---

([1]) *Comptes rendus* des séances des 5 et 12 mars 1877.

giné M. Marey pour son loch enregistreur; le fonctionnement de cet appareil se comprend à la seule inspection de la figure. Aujourd'hui, je préfère

Fig. 2.



employer la photographie, en utilisant comme lentille cylindrique le tube plein d'eau du manomètre lui-même.

» Un instrument analogue, mais plus petit et couché horizontalement, me sert pour les animaux de taille moyenne.

» Enfin la *fig.* 3 représente un petit calorimètre, tout en verre, ser-

Fig. 3.



vant à mesurer la chaleur dégagée par les organismes microscopiques ou de petite taille (ferments, insectes, etc.) ou certaines réactions organiques. Le dégagement de chaleur se traduit par une dénivellation de la colonne manométrique qui en donne les phases et les valeurs.

» A l'aide de ces appareils, j'ai entrepris une série de recherches tant sur l'homme sain (calorimétrie normale; action des modificateurs physiques : alimentation, vêtements, hydrothérapie, etc.) que sur l'homme malade (calorimétrie infantile). J'ai obtenu déjà d'intéressants résultats que je ferai connaître très prochainement à l'Académie ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique élective.* Note de M. Em. Bourquelot, présentée par M. Paul Bert.

« L'expression de *fermentation alcoolique élective*, créée par Dubrunfaut, à la suite de ses recherches sur la fermentation du sucre interverti, laisse supposer que la levure, ensemencée dans un milieu renfermant plusieurs espèces de sucres fermentescibles, possède la faculté de choisir parmi ceux-ci celui qui lui convient le mieux, pour le détruire tout d'abord.

» Si, en effet, on examine à des intervalles rapprochés les propriétés optiques d'une solution de sucre interverti en fermentation, on constate que la déviation gauche ne diminue pas comme elle devrait le faire si les deux sucres, glucose et lévulose, fermentaient également.

» Mais ni les recherches de Dubrunfaut, ni les recherches ultérieures n'ont résolu la question de savoir si les deux sucres fermentent successivement ou s'ils fermentent en même temps et en proportions inégales. On n'a même pas examiné si cette prétendue faculté élective pouvait être influencée par des variations dans les conditions physico-chimiques de la fermentation.

» Mes recherches sur ces différents points se rapportent à deux mélanges : mélange de maltose et de lévulose, mélange de glucose et de lévulose (sucre interverti).

» Une première série d'essais a été effectuée à la température ordinaire avec des mélanges renfermant des poids égaux de chacun des deux sucres (2^{gr} pour 100^{cc}). La fermentation était obtenue par l'addition à 100^{cc} de solution de $0^{gr},50$ de levure haute lavée et essorée.

([1]) J'ai employé pour la première fois cette méthode en novembre 1883; j'ai montré les instruments dans mon cours du Collège de France, en février 1884, et j'en ai donné une description succincte, mais pour d'autres usages, dans la *Lumière électrique* du 18 octobre 1884. Je ne peux insister dans cette courte Note sur le maniement des appareils ni sur les petites modifications de détail apportées successivement pour en simplifier le fonctionnement.

» Il a été ainsi constaté que tous ces sucres fermentent simultanément et en proportions inégales. Dans le premier mélange, le lévulose fermente plus rapidement que le maltose; dans le deuxième, il fermente moins vite que le glucose.

» Mais cette allure du phénomène ne se poursuit pas jusqu'à la fin de la fermentation. Le dosage, répété à des intervalles convenables, des proportions de chacun des sucres restant dans la liqueur démontre que, tandis que, jusqu'à un certain moment, la levure a toujours détruit dans l'unité de temps une plus forte proportion de sucre A, à partir de ce moment, elle a détruit une plus forte proportion du sucre B; en sorte qu'on peut dire — si l'on appelle élection cette particularité du phénomène caractérisée par l'inégalité dans la consommation de chacun des sucres — que l'élection a été renversée.

» L'hypothèse d'une prétendue faculté élective de la levure se concilie difficilement avec ce renversement. Il paraissait plus admissible qu'il fût causé par les modifications survenues dans les conditions matérielles de l'expérience.

» Ces modifications n'ont porté évidemment que sur deux points : 1° la concentration de la liqueur qui va en diminuant, de plus en plus, jusqu'à la fin de la fermentation; 2° sa composition, puisque la solution fermentante se charge, peu à peu, des produits non gazeux de la fermentation, dont le principal est l'alcool éthylique.

» On était donc amené à rechercher si la *dilution*, d'une part, si la *présence d'alcool*, d'autre part, sont des facteurs à considérer dans la fermentation élective.

» En premier lieu, tout en conservant l'égalité dans les proportions de chacun des sucres constituant le mélange, on a fait varier le poids total de ces sucres par rapport au même volume de liquide.

» Ainsi la solution A renfermait, pour 100^{cc}, 0^{gr},50 de chaque sucre.

»	B	»	1	»
»	C	»	2	»
»	D	»	4	»

» La fermentation était déterminée, dans chacune de ces solutions, par l'addition d'un même poids de levure haute, égal à 0^{gr},50 pour 100^{cc}. Les mélanges étaient composés de maltose et de lévulose.

» Quelques chiffres feront ressortir les variations observées dans ces différents essais.

» Les poids de maltose consommé, au bout de onze heures, étaient dans la solution A de 118^{mgr}, ceux de lévulose de 151^{mgr}.

»	B	190	»	260
»	C	197	»	389
»	D	178	»	556

» Les chiffres correspondant au maltose sont entre eux comme 100, 161, 167, 151; les autres comme 100, 172, 257, 358.

» On doit conclure de là que, pour un mélange à parties égales de maltose et de lévulose, la destruction de lévulose s'accroît davantage avec la concentration que la destruction du maltose, et qu'inversement, si la concentration diminue, la consommation du lévulose décroît plus rapidement que celle du maltose.

» Ces faits faisaient prévoir que, dans une solution renfermant une proportion de maltose suffisamment plus élevée que celle de lévulose, celui-ci pourrait être détruit en moindres proportions que le maltose. C'est ce qui a été constaté dans des essais particuliers, pour lesquels les mélanges de sucres étaient faits avec des poids inégaux de maltose et de lévulose.

» La dilution est donc un facteur qui peut rendre compte des changements survenus dans l'élection dont il a été question plus haut.

» En outre, l'alcool agit lui-même d'une façon analogue à la dilution.

» Si l'on compare deux fermentations effectuées dans les mêmes conditions de température et de levûre, avec poids égaux de maltose et de lévulose; mais l'un des liquides ayant été additionné de 4 à 5 pour 100 d'alcool, on constate que, pour ce dernier, l'élection a été fortement diminuée.

» Enfin, si l'on combine la dilution avec l'addition d'alcool, par exemple en faisant fermenter une solution renfermant pour 100 : maltose 2^{gr}, lévulose 1^{gr} et alcool 4^{gr}, on renverse l'élection.

» En rapprochant les faits qui viennent d'être exposés de ceux que j'ai publiés antérieurement relativement à l'influence de la température sur la fermentation élective ([1]), on voit qu'on peut les résumer tous dans la loi suivante : *La fermentation élective peut être modifiée* 1° *par la température;* 2° *par la dilution;* 3° *par l'alcool formé durant la fermentation.* »

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séances des 21 mars et 11 avril 1885.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'unité du processus de la spermatogenèse chez les Mammifères.* Note de M. **Laulanié**, présentée par M. Bouley.

« La spermatogenèse a pour procédé uniforme la prolifération d'une cellule initiale aboutissant à une dernière génération de petits éléments dans lesquels se différencient les spermatozoïdes et auxquels je réserverai, pour ce motif, le nom de *spermatoblastes*.

» Le processus de la spermatogenèse comprend donc deux périodes :

» 1° Une période de prolifération (formation des spermatoblastes);

» 2° Une période de différenciation (évolution des spermatoblastes).

» D'après les travaux les plus récents, la prolifération qui remplit la première période obéirait, selon les espèces animales, à deux directions répondant aux procédés de multiplication cellulaire par scissiparité et par gemmiparité. Ces deux modes ont été le point de départ de théories exclusives : la théorie de l'*endogenèse* et la théorie de l'*exogenèse*.

» La première, née avec Wagner en 1836, a régné seule jusqu'en 1864, époque à laquelle elle a été sérieusement compromise par la découverte des cellules ramifiées faite par Sertoli.

» La théorie de l'exogenèse, née de cette découverte, a trouvé sa dernière et sa plus complète formule dans les travaux de M. Balbiani sur le testicule du Rat [1].

» Dans l'hypothèse de l'exogenèse, les cellules ramifiées, avec leurs grappes de spermatoblastes, répondraient à un moment de l'évolution d'un élément issu par bourgeonnement de l'épithélium basal et donnant lui-même par un bourgeonnement progressif une génération de spermatoblastes et de spermatozoïdes. La spermatogenèse tout entière avec ses deux périodes serait donc contenue dans l'évolution d'une cellule ramifiée.

» Les préparations très démonstratives que j'ai recueillies sur le testicule des Solipèdes et du porc, où la spermatogenèse comporte les mêmes procédés et les mêmes apparences que chez le rat, autorisent une interprétation toute différente.

» Les cellules ramifiées de Sertoli sont régulièrement équidistantes, convergent vers la lumière du tube séminifère et sont toujours reconnais-

---

(1) *Leçons sur la génération des Vertébrés;* par C. Balbiani, professeur au Collège de France. Paris, Octave Doin, éditeur; 1879.

sables à leur gros noyau vésiculeux, piriforme. Elles portent des spermatoblastes en voie d'évolution.

» La période de prolifération se déroule dans les espaces réguliers circonscrits par ces remarquables éléments. On trouve, en effet, dans ces intervalles à tous les termes du processus et reposant immédiatement sur l'épithélium basal, de grosses cellules sphériques pourvues d'un noyau très volumineux et grossièrement granuleux (cellules libres). Ce sont ces éléments qui, par une segmentation croissante, produisent des séries radiales de prolifération intercalées avec les cellules de Sertoli et dont les derniers produits affectent tous les caractères des spermatoblastes. Il y a cependant cette particularité que, dès les premiers termes de la segmentation, les éléments touchant immédiatement à l'épithélium basal reprennent les caractères des cellules libres et qu'à tous les moments du processus il existe, au contact de l'épithélium basal, au moins une assise de cellules libres toutes prêtes à donner de nouvelles générations.

» Les spermatoblastes, issus de la segmentation qui vient de s'achever dans les espaces ménagés par les cellules de Sertoli, sont aussitôt englobés par ces derniers éléments et se groupent étroitement et régulièrement le long de l'axe; c'est au point qu'au moment même où la spermatogenèse va se terminer sur un point d'un tube séminifère, toutes les cellules de Sertoli portent en même temps un faisceau de spermatozoïdes achevés à leur sommet et une génération de spermatoblastes sur leur axe.

» J'ajouterai, pour dissiper tous les doutes qui pourraient accueillir l'interprétation qui précède, que l'on peut encore retrouver les cellules de Sertoli, bien reconnaissables à leur gros noyau vésiculeux et piriforme, sur des testicules de cheval ayant subi le bistournage depuis dix ou quinze ans. Or il est clair que, si les cellules ramifiées de Sertoli étaient des éléments en évolution et produisaient les spermatoblastes, on ne les retrouverait pas après une opération ayant pour résultat infaillible de suspendre et d'arrêter pour jamais la spermatogenèse.

» Les faits précédents autorisent donc les conclusions suivantes :

» 1° Chez tous les Mammifères, la prolifération qui remplit la première période de la spermatogenèse se produit par les procédés ordinaires de la scissiparité.

» 2° Le mot *exogenèse* ne saurait être conservé qu'à la condition de lui enlever le sens spécial que lui avaient donné les dernières théories impliquant une prolifération par scissiparité, et de lui faire exprimer seulement l'intervention des cellules de Sertoli.

» 3° Chez les espèces de Mammifères à spermatogenèse exogène, les spermatoblastes issus de la segmentation des cellules libres sont recueillis par les cellules de Sertoli et parcourent à la surface ou au sommet de ces éléments toutes les phases de leur évolution.

» 4° Les cellules de Sertoli ne sont que des éléments permanents de soutien et de direction et survivent à la fonction du testicule. »

PHYSIOLOGIE. — *Action de la cocaïne sur les Invertébrés* ([1]). Note de M. **Richard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une série de recherches entreprises sur l'action des poisons sur le cœur des Gastéropodes pulmonés, j'ai été amené à expérimenter l'action de la cocaïne. Les résultats obtenus m'ont poussé à étendre cette étude à d'autres groupes d'Invertébrés.

» *Escargot.* — En injectant $0^{gr},003$ de chlorhydrate de cocaïne à un escargot, on voit le cœur s'arrêter en diastole. L'animal rentre dans sa coquille, puis les pulsations recommencent, d'abord lentes, puis s'accélèrent momentanément pour redevenir normales deux heures environ après l'injection. Peu après, l'animal est complètement remis.

» En injectant $0^{gr},006$, le cœur s'arrête encore en diastole, l'animal rentre dans sa coquille, devient immobile. Il ne sécrète pas de mucus, comme cela arrive en injectant d'autres substances; puis les pulsations reprennent peu à peu leur rythme normal et, douze heures plus tard, l'escargot ne se ressent plus de rien.

» A fortes doses, $0^{gr},025$ par exemple, le ventricule s'arrête comme précédemment en diastole, l'animal devient mou, les mouvements volontaires cessent rapidement, les réflexes sont faibles; l'animal ne revient à une vie active que deux jours après, en le maintenant dans un lieu humide.

» En appliquant directement sur le cœur une solution plus ou moins concentrée de chlorhydrate de cocaïne, on obtient un ralentissement après une accélération passagère ou un arrêt plus ou moins long du cœur, ventricule en diastole, puis les pulsations reprennent leur caractère normal peu à peu.

» M. Vulpian ([2]), qui a aussi expérimenté sur l'escargot, ne parle pas

---

([1]) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Zoologie de la Faculté de Clermont, sous la direction de M. le Dr Paul Girod.

([2]) *Comptes rendus*, séance du 24 novembre 1884.

de l'action de la cocaïne sur le cœur, portant surtout son attention sur la paralysie des tentacules oculaires et sur les effets généraux.

» *Lombric.* — En injectant $0^{gr},006$ dans la partie moyenne d'un lombric commun, on voit cette région devenir rapidement insensible, tandis que les deux extrémités font encore des mouvements spontanés. En ajoutant $0^{gr},006$, au total $0^{gr},012$ de chlorhydrate de cocaïne, les mouvements volontaires s'affaiblissent peu à peu, la partie interne du premier anneau céphalique fait saillie sous forme d'un bourrelet annulaire blanc; ce n'est que vingt heures environ après la première injection que les mouvements cessent complètement.

» *Bryozoaires.* — Une petite colonie de bryozoaires d'eau douce est placée avec 5^{cc} d'eau dans un verre de montre. J'ajoute $0^{cc},5$ d'une solutiou au $\frac{1}{100}$ de chlorhydrate de cocaïne. Les animaux restent étalés. Dix minutes après, des chocs qui, imprimés au verre de montre, les auraient fait rétracter rapidement à l'état normal, ne les troublent pas et les panaches restent épanouis. Il faut une excitation violente, toucher par exemple avec une aiguille la couronne des tentacules, pour les voir rentrer dans leur loge. J'ajoute peu après $0^{cc},25$ de la solution au $\frac{1}{100}$. Les bryozoaires sont de plus en plus insensibles, et, vingt minutes après le début de l'expérience, l'excitation des tentacules reste sans résultat. Tous les animaux restent étalés et insensibles.

» *Crustacés.* — Les daphnies semblent résister longtemps à l'action de la cocaïne. Trois de ces animaux sont placés dans un verre de montre avec 1^{cc} d'eau. J'ajoute $0^{cc},5$ de la solution au $\frac{1}{100}$; vingt-cinq minutes plus tard, les daphnies étant encore très vives, j'ajoute $0^{cc},5$ de la même solution. Une heure après le début de l'expérience, deux des crustacés ne font que de faibles mouvements des pattes et le cœur commence à se ralentir. Les mouvements deviennent de plus en plus faibles; mais ce n'est que vingt-quatre heures après que les réflexes sont complètement abolis. Le cœur est alors immobile en diastole. L'action a donc été beaucoup plus lente à se produire de cette façon que chez l'écrevisse par injections interstitielles, comme l'a constaté M. Vulpian (1).

» *Hydres.* — Dans 5^{cc} d'eau où se trouvent trois hydres grises, j'ajoute peu à peu, quand les hydres sont bien étalées, 1^{cc} de la solution au $\frac{1}{100}$. Vingt minutes après, elles sont étalées et insensibles et ne reviennent pas à la vie en les replaçant dans l'eau ordinaire.

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 24 novembre 1884.

» *Infusions.* — Si l'on ajoute quelques gouttes de la solution au $\frac{1}{100}$ dans quelques gouttes d'eau où nagent diverses espèces d'infusoires (paramécies, colpodes, vorticelles, etc.), on voit ces animaux continuer d'abord à se mouvoir avec facilité, puis les mouvements se ralentissent et finissent par disparaître. Au bout d'un quart d'heure, tous restent immobiles. Chez certains, on voit l'endosarc nettement contracté et séparé de l'ectosarc.

» En présence des faits observés sur les hydres et les bryozoaires, j'ai pensé que le chlorhydrate de cocaïne pourrait donner de bons résultats pour fixer dans leur état d'extension certains animaux auxquels il est difficile de faire subir cette opération sans les voir se contracter comme les bryozoaires ou même se briser comme certains vers. »

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'étude des antiseptiques. Action des antiseptiques sur les organismes supérieurs. Iodure et chlorure mercuriques.* Note de MM. **A. Mairet, Pilatte** et **Combemal**, présentée par M. Paul Bert.

« Nos recherches ont porté sur l'iodure et le chlorure mercuriques, sur l'iode, l'azotate d'argent, l'acide phénique, l'acide thymique et la résorcine. Dans la présente Note, nous envisagerons seulement l'iodure et le chlorure mercuriques.

» *Iodure mercurique.* — Les chiens sur lesquels nous avons expérimenté étaient à jeun depuis 12 heures au moins; ils n'avaient jamais servi à aucune autre expérience.

» Les solutions d'iodure mercurique employées étaient faites suivant la formule : iodure, 1; alcool, 200; peptone, 20. Les titres des solutions injectées ont varié entre $\frac{1}{5000}$ et $\frac{1}{40000}$; les quantités brutes d'iodure mercurique, entre $0^{gr},20$ et $0^{gr},0125$, et les quantités de cette substance par rapport au kilogramme du poids de l'animal, entre $0^{gr},01436$ et $0^{gr},00083$.

» La quantité d'eau qui servait de véhicule a été à peu près constamment de 500^{gr}. La durée de l'injection a varié de 23 minutes à 2 heures 2 minutes. La température de la solution était de 39° à 40°,1.

» Nos expériences ont porté sur dix chiens.

» Les animaux ont succombé lorsque les doses d'iodure mercurique injecté ont dépassé $0^{gr},0021$ par kilogramme du poids du corps; dans ces cas, la mort est généralement d'autant plus rapide que la quantité de cette substance injectée est plus considérable. Au-dessous de cette dose limite, les animaux résistent; toutefois, des accidents se produisent qui peuvent

durer jusqu'à deux et même quatre jours. Lorsque la quantité d'iodure mercurique tombe à $0^{gr},0015$ par kilogramme du poids de l'animal, le retour à la santé est rapide, et au-dessous de cette dose les effets physiologiques sont peu marqués. La proportionnalité que nous venons d'établir entre les doses d'iodure mercurique et le poids de l'animal ramené au kilogramme comme unité est vraie lorsque l'animal est vigoureux; mais, fait important à noter au point de vue thérapeutique, elle ne l'est plus lorsque l'animal est affaibli, lorsque sa résistance est moindre. Toutefois, nous n'avons, dans ces cas, jamais produit la mort en injectant $0^{gr},0015$ par kilogramme. Si, chez un même animal, l'on fait dans le cours des vingt-quatre heures, et à des intervalles plus ou moins éloignés, plusieurs injections d'iodure mercurique, ces différentes injections ajoutent leurs effets.

» Quant aux symptômes et aux lésions cadavériques, ils peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

» *Pendant l'injection.* — Le passage du courant est douloureux, ainsi que le prouvent les plaintes poussées par l'animal. L'intelligence et la sensibilité sont intactes. La respiration est fréquente, incomplète, anxieuse dès les premiers moments de l'injection, et se maintient telle pendant toute la durée de celle-ci. La température rectale a baissé progressivement de $0^{o},6$ à 1°, sauf dans les deux cas où l'injection a été le plus rapide; mais le refroidissement périphérique était certainement plus considérable que ne l'indiquait le thermomètre introduit dans le rectum; il se développe, en effet, à ce niveau, une inflammation très marquée, ainsi que nous l'indiquerons plus loin.

» La fréquence du pouls a été notée toujours dès l'abord; cette fréquence se maintenait si la dose était considérable, mais elle diminuait, au contraire, bientôt, et le nombre des pulsations tombait même au-dessous de la normale dans les doses minima employées. Du côté de l'appareil digestif, nous n'avons constaté qu'une seule fois de la diarrhée : c'est chez le chien auquel nous avions injecté la plus forte dose d'iodure mercurique, $0^{gr},20$; dans ce cas, la diarrhée a été presque immédiate et plusieurs fois répétée. Du côté du système musculaire, des tremblements dans les membres apparaissent vers le milieu ou à la fin de l'injection. Les pupilles n'ont pas présenté de variations notables.

» *Après l'injection.* — L'intelligence et la sensibilité sont tout autres que pendant l'injection : l'obtusion, l'affaissement existent toujours, et parfois à un degré très prononcé. La respiration reste fréquente, difficile, et cela d'une manière continue ou passagère, suivant les doses. Dans tous les cas,

la circulation est moins active et s'accuse par une diminution de force et de fréquence dans le pouls. La température rectale subit des modifications différentes, suivant que l'animal succombe ou non. Dans le premier cas, ou bien la température baisse graduellement et peut tomber à 36°, ou bien, au contraire, il se produit une hyperthermie (41°). Les troubles de l'appareil digestif sont constants : inappétence continue, soif intense, nausées, vomissements, ne manquent jamais et durent quelques heures ou quelques jours; il en est de même des selles diarrhéiques, qui sont teintées de sang; des hématémèses se sont aussi produites aux doses maxima; les fèces, dans les injections bénignes, restaient noirâtres durant quelques jours. Le poids du corps diminuait rapidement. Le chiffre de l'hémoglobine tombe considérablement et d'une manière rapide; ainsi, un de nos chiens, qui avait 12 pour 100 d'hémoglobine avant l'injection, n'en avait plus que 6,25 pour 100, vingt-quatre heures après. L'urine était toujours sanguinolente et fortement albumineuse. Les tremblements musculaires des membres sont constants; la parésie, surtout celle de l'arrière-train, est commune; mais ces troubles musculaires disparaissent un peu avant la mort, ou peu à peu lorsque le retour à la santé se produit.

» *A l'autopsie* des quatre chiens qui ont succombé aux injections intraveineuses d'iodure mercurique, nous avons remarqué des altérations d'ordre congestif et inflammatoire.

» Le système nerveux a présenté des signes de congestion généralisée aux méninges, à la substance grise et à la substance blanche, chez le chien auquel nous avons injecté la dose maxima d'iodure mercurique; dans les autres cas, à part la congestion des méninges qui restait généralisée, quoique moins intense, la congestion de la substance nerveuse se limitait à la région cervicale de la moelle et au plancher du quatrième ventricule.

» L'appareil pulmonaire est le siège d'une congestion généralisée avec suffusion sanguine sous les plèvres, dans tous les cas.

» L'appareil digestif est constamment enflammé en deux points : l'estomac et le gros intestin, principalement à son extrémité inférieure; le foie est violemment congestionné avec teinte marbrée. Il existe une néphrite généralisée, surtout médullaire, et on constate la présence de mercure dans les urines. Le système vasculaire est moins atteint qu'on pourrait le supposer au premier abord; dans deux cas, on ne note pas de lésions; dans les deux autres, on constate une endophlébite, un peu d'endartérite aortique et, dans un cas, une tache très nette d'inflammation du péricarde.

» *Chlorure mercurique.* — Les solutions de chlorure mercurique étaient

faites suivant la formule : alcool, 15^{gr} ; chlorure mercurique, 1^{gr}. Les injections de bichlorure de mercure nous ont donné, soit pendant la vie soit après la mort, des résultats semblables à ceux que nous avons obtenus avec l'iodure mercurique. Les seules différences constatées sont les suivantes :

» 1° A dose égale, le chlorure mercurique entraîne beaucoup moins rapidement la mort que l'iodure.

» 2° Le degré de toxicité du chlorure mercurique est moindre que celui de l'iodure ; on peut le fixer à 0^{gr},003 par kilogramme du poids de l'animal.

» 3° A la suite de l'injection de chlorure mercurique, on constate une stomatite, une gingivite et une sécrétion oculo-nasale plus abondante et plus épaisse qu'à la suite de l'injection de l'iodure. »

M. A. **Poincaré** adresse une réponse à la Communication de M. *de Parville* intitulée : « De l'influence des déclinaisons lunaires sur le déplacement des circulations atmosphériques », insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 18 mai dernier. (Extrait.)

« Je n'ai pas songé à émettre la prétention d'avoir été le premier à étudier l'action lunaire sur les circulations atmosphériques tropicales et polaires, la pression barométrique, la température, etc.

» Je ne puis qu'être très heureux de m'être rencontré avec M. de Parville. Pour analyser des faits de ce genre, il faut compulser un grand nombre d'observations distribuées dans le temps ou dans l'espace. M. de Parville a étudié un espace restreint, l'Atlantique, pendant une longue période ; disposant d'observations plus étendues et plus serrées, j'ai d'abord étudié les deux tiers du globe pendant une saison. Si nos résultats concordent, c'est une preuve de plus à l'appui de leur exactitude ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mai 1885.

Résistance des voûtes et arcs métalliques employés dans la construction des ponts; par M. Gros de Perrodil. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Théorie de la règle logarithmique; par M. Gros de Perrodil. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°.

Mécanique moléculaire des milieux solides, etc.; par M. Gros de Perrodil. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°.

(Ces Ouvrages sont adressés par l'auteur, avec plusieurs Mémoires manuscrits ou imprimés, au concours Dalmont.)

Recherches sur la poche du noir des Céphalopodes des côtes de France; par M. P. Girod. Paris, Hennuyer, 1882; br. in-8°.

Recherches sur la peau des Céphalopodes; par M. P. Girod. Sans lieu ni date; br. in-8°.

(Ces Ouvrages sont adressés par l'auteur, avec plusieurs Mémoires manuscrits, au concours Da Gama Machado.)

Applications de la méthode graphique à quelques points de la physiologie du gros intestin; par le Dr G. Rouch. Paris, Doin, 1885; br. in-8°. (Adressée au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Recherches expérimentales sur l'excitabilité électrique des circonvolutions cérébrales, etc. — Sur les variations de la période d'excitation latente du cerveau. — On the alterations of cortical excitability by cold applied to the surface of the brain; par M. H. de Varigny. Paris et Londres, 1884-1885; 3 broch. in-8°. (Adressées au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

La biologie aristotélique; par M. G. Pouchet. Paris, F. Alcan, 1885; in-8°.

La luna è priva del moto reale di rotazione sul proprio asse. Prove geometriche ed esperimentali di L. Marignani. Padova, Salmin, 1885; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1885.

Œuvres choisies de Jean Reynaud. Philosophie religieuse. Terre et Ciel. Paris, Jouvet et Cie, 1875; in-8°.

Œuvres choisies de Jean Reynaud. Lectures variées. Paris, Furne et Jouvet, 1866; in-8°.

Faune du calcaire carbonifère de la Belgique; par L. G. DE KONINCK. III. Cinquième partie, texte et planches. Bruxelles, F. Hayez, 1885; in-fol. (Présenté par M. Hébert.)

Paléontologie française. Terrain jurassique. Liv. 78 : *Echinodermes réguliers; par* M. G. COTTEAU. Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Les bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses; par A. CORNIL et V. BABES. Paris, F. Alcan, 1885; 1 vol. in-8° avec atlas. (Présenté par M. Pasteur.)

La Seine maritime et son estuaire; par E. LAVOINNE. Paris, aux Bureaux de la *Revue du Génie civil.* Sans date; in-8°. (Présenté par M. Lalanne.)

Les Aztèques, histoire, mœurs, coutumes; par LUCIEN BIART. Paris, A Hennuyer, 1885; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Nouvelle classification naturelle des Discomycètes charnus, connus généralement sous le nom de Pezizes; par M. BOUDIER. Epinal, imp. V. Collot, 1885; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Sur la nature et la production de la miellée; par M. BOUDIER. Paris, Chaix, 1884; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Les remèdes dits spécifiques sont des agents antizymasiques. Lettre adressée à M. le Dr Dujardin-Beaumetz; par M. G. PÉCHOLIER. Montpellier, C. Coulet, 1885; br. in-8°.

Observatorio nacional Argentino. Introduccion al tomo IV; 1885. Sans lieu ni date; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

L'Académie reçoit, pour ses concours, les ouvrages dont les titres suivent:

PRIX MONTYON. (MÉDECINE ET CHIRURGIE.)

Traité de thermométrie médicale; par M. P. REDARD. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-8°.

Transport par chemins de fer des blessés et malades militaires; par le Dr P. REDARD. Paris, O. Doin, 1885; in-8°.

Du traitement des fractures transversales de la rotule, etc.; par CH. DIVERNERESSE. Paris, A. Parent, 1884; br. in-8°.

Traité pratique des affections cutanées ou maladies de la peau; par le Dr CH. BRAME. Paris, Savy, sans date; in-8°, avec documents manuscrits.

Travaux originaux communiqués au IIIe Congrès otologique international. (*Bâle, septembre* 1884); *par* le Dr LŒWENBERG. Bâle, Benno Schwabe, 1885; br. in-8°.

Tuberculose zoogloéique; sur le micro-organisme de la tuberculose zoogloéique; par MM. L. Malassez et W. Vignal. Paris, 1883-1884; 2 br. in-8°. (Extraits des *Archives de Physiologie normale et pathologique.*)

Sur le développement des tubes nerveux chez les embryons des Mammifères. — Sur l'accroissement en longueur des tubes nerveux par la formation de segments intercalaires. — Sur le développement des éléments de la moelle épinière des Mammifères; par M. W. Vignal. Paris, sans date; br. in-8°. (Extraits des *Archives de Physiologie normale et pathologique.*)

Grand prix des Sciences physiques.

Rapport du cylindre-axe et des cellules nerveuses périphériques avec les organes des sens chez les insectes. — Du siège de la gustation chez les insectes diptères. Constitution anatomique et valeur physiologique de l'épipharynx et de l'hypopharynx; par MM. J. Kunckel et J. Gazagnaire. Paris, 1881; 2 opuscules in-4°, avec planches et notes manuscrites.

Prix Cuvier.

Evolution de la Sacculine (Sacculina carcini Thomps.), *crustacé endoparasite de l'ordre nouveau des Kentrogonides; par* le Dr Yves Delage. Paris, sans date; 1 vol. in-8°. (Extrait des *Archives de Zoologie expérimentale.*) — *Documents divers.*

Prix Montyon (Statistique).

Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie; 1879-1883. Paris, Imp. nationale, 1880-1884; 5 vol. in-4°.

La prostitution à Marseille; par le Dr H. Mireur. Paris, Dentu, 1882; in-8°.

Prix Montyon (Mécanique).

Appareils, réverbères et lampes de sûreté; par C. F. Lechien. Paris, 1884; br. in-8°.

Prix Montyon (Arts insalubres).

Sur la lampe de sûreté pour les mines à grisou. Sur le réverbère de sûreté de M. Lechien; par M. Haton de la Goupillière. Paris, sans date; 2 br. in-4°. (Extraits du *Bulletin de la Société d'encouragement.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUIN 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'éther chloroxycarbonique sur le cyanate de potasse;* par MM. **Wurtz** et **Henninger** (1), Mémoire posthume présenté par M. Friedel.

« On chauffe au bain-marie au réfrigérant ascendant 25^{gr} de cyanate de potasse finement pulvérisé avec 33^{gr} d'éther chloroxycarbonique; le réfrigérant est terminé pour empêcher la rentrée de l'humidité. On maintient

(1) Ce travail a été fait pour la plus grande partie en 1875. Les auteurs en avaient retardé la publication, parce qu'ils avaient l'intention de le compléter sur divers points. Après la mort de M. Wurtz, M. Henninger a repris cette étude, et en a fait connaître les résultats principaux au Congrès de 1884 de l'Association française pour l'avancement des Sciences; il était sur le point de les publier quand la mort est venue le frapper à son tour. La présente Note a été rédigée d'après les indications éparses dans divers cahiers d'expériences de M. Henninger. (Edouard Grimaux.)

tout d'abord la température à 60° pour prévenir une réaction trop violente qui donnerait naissance à des produits bruns, puis, après vingt-quatre heures, on élève la température à 100°; l'opération exige de quatre à cinq jours. Même après ce laps de temps, il reste encore de l'éther chloroxycarbonique et du cyanate de potasse qui n'ont pas réagi. On observe en même temps un dégagement gazeux; les gaz recueillis dans des opérations faites en vases clos ont été examinés; ils sont formés pour la plus grande partie d'acide carbonique, mélangé de petites proportions d'oxyde de carbone et de chlorure d'éthyle.

» Après quatre ou cinq jours, le contenu du ballon est coloré en jaune; on distille dans le vide l'excès d'éther chloroxycarbonique et l'on reprend le résidu par l'éther ordinaire qui laisse à l'état insoluble du cyanate de potasse, du chlorure de potassium et une petite quantité de cyanurate. La solution éthérée est distillée au bain-marie; elle laisse un résidu jaune sirupeux qui cristallise au bout de quelque temps; les cristaux sont purifiés par compression et par deux ou trois cristallisations dans l'alcool bouillant. On obtient ainsi un corps fusible à 118°-119°, le *cyanate de carboxéthyle,* qui répond à la formule

$$C^4H^5AzO^3 = Az \begin{cases} CO \\ CO - OC^2H^5, \end{cases}$$

ou plutôt à un polymère

$$3C^4H^5AzO^3 = C^{12}H^{15}Az^3O^9.$$

» La réaction se passe dans le même sens, si l'on chauffe le cyanate de potasse et l'éther chloroxycarbonique en présence d'éther anhydre; seulement il se forme en outre une petite quantité d'un corps fusible à 107°, $C^{10}H^{15}Az^3O^7$, difficile à séparer du premier, mais qu'on obtient facilement dans d'autres conditions.

» Si l'on emploie de l'éther aqueux, on constate, une fois la réaction terminée et l'éther chassé par distillation, que le résidu est sirupeux et ne cristallise que dans un mélange réfrigérant. Ce résidu est un mélange de deux corps, le corps $C^{10}H^{15}Az^3O^7$, fusible à 107°, et un corps $C^6H^{11}AzO^4$, la carboxyluréthane, fusible à 49°-50°. Pour les séparer, on épuise la masse par l'eau froide à plusieurs reprises; la portion insoluble, qui cristallise après quelques jours, est purifiée par expression et par plusieurs cristallisations dans l'alcool, jusqu'à ce que son point de fusion soit constant à 107°.

Quant à la solution aqueuse, on l'évapore au bain-marie; elle laisse déposer d'abord en petite quantité une huile jaunâtre, qui cristallise, au bout de quelque temps, en lamelles nacrées fondant à 170°; ce corps n'a pas été examiné. La solution aqueuse laisse ensuite déposer des prismes striés, ressemblant aux cristaux d'urée et principalement formés du corps fusible à 49°-50°; enfin les dernières eaux-mères fournissent un nouveau dépôt, mélange du corps précédent et du corps $C^{10}H^{15}Az^3O^7$, fusible à 107°. On peut les séparer complètement par de nouvelles cristallisations dans l'eau; mais il est plus facile d'obtenir le corps $C^6H^{11}AzO^4$, fusible à 49°-50°, en distillant dans le vide le résidu total de l'évaporation de la solution aqueuse; le corps $C^6H^{11}AzO^4$ passe à 144°-145°, sous une pression de 20^{mm}.

» Dans une préparation, où l'on avait chauffé plus longtemps, pendant cinq jours, on a aussi obtenu un nouveau corps fusible à 123° et renfermant $C^{11}H^{15}Az^3O^7$.

» Enfin, quand on chauffe en vase clos à une température élevée (200°) le mélange d'éther chloroxycarbonique et de cyanate de potasse, le seul produit de la réaction est un corps cristallisé en belles aiguilles prismatiques, fondant à 94°-95°, présentant les propriétés et la composition (¹) de l'éther cyanurique $(CO\,Az\,C^2H^5)^3$.

» L'action de l'éther chloroxycarbonique sur le cyanate de potasse fournit donc la série de corps suivants :

$C^{12}H^{15}Az^3O^9 = 3C^4H^5AzO^3$	fusible à	118°-119°,
$C^{11}H^{15}Az^3O^7$	»	123°,
$C^{10}H^{15}Az^3O^5$	»	107°,
$C^6H^{11}AzO^4$	»	49°-50°.

» *Cyanate de carboxéthyle.* — Ce corps, fusible à 118°-119°, est en belles lames rhombiques, incolores, peu solubles dans l'alcool froid, très solubles dans l'alcool bouillant. L'eau ne le dissout qu'en petite quantité, l'éther en forte proportion; il est encore plus soluble dans le chloroforme.

(¹) Analyse. — Matière, 0,2254; acide carbonique, 0,4175; eau, 0,1473.

	Trouvé.	Calculé $(CO\,Az\,C^2H^5)^3$.
C.............	50,31	50,70
H.............	7,25	7,00
Az............	»	19,77

» Sa composition est représentée par la formule simple

$$C^4H^5AzO^3 = Az \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO}{\diagdown CO\text{-}OC^2H^5},$$

qui en fait un cyanate de carboxéthyle ([1]).

» Mais, d'après ses réactions et d'après la composition des autres corps qui se forment avec l'éther chloroxycarbonique et le cyanate de potasse, il doit être représenté par une formule triple et considéré comme un cyanurate :

$$C^{12}H^{15}Az^3O^9 = 3Az \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO}{\diagdown CO\text{-}OC^2H^5}.$$

» Chauffé à 100° avec de l'eau, ou soumis à la distillation, il se transforme en éther cyanurique en perdant de l'acide carbonique :

$$\underbrace{C^{12}H^{15}Az^3O^9}_{\text{Cyanurate de carboxéthyle.}} = \underbrace{3CO^2 + C^9H^{15}Az^3O^3}_{\text{Éther cyanurique.}}$$

» *Corps* $C^{11}H^{15}Az^3O^7$. — Il fond à 123°; il ressemble au précédent, mais cristallise en formes plus compactes ([2]).

([1]) Analyse I. — Matière, 0,2186; acide carbonique, 0,3388 ; eau, 0,0911.
II. — Matière, 0,2437; acide carbonique, 0,3780; eau, 0,1046.
III. — Matière, 0,2208; azote, $24^{cc},2$ à 763°,5 et 15°,2.
IV. — Matière, 0,2498; azote, $26^{cc},4$ à 756° et 9°,4.

	Trouvé.				Calculé
	I.	II.	III.	IV.	$C^4H^5AzO^3$.
Carbone	42,27	42,30	»	»	41,74
Hydrogène........	4,62	4,77	»	»	4,34
Azote............	»	»	12,88	12,62	12,17
Oxygène	»	»	»	»	41,74
					100,00

([2]) Analyse I. — Matière, 0,2706; acide carbonique, 0,4392; eau, 0,1266.
» II. — Matière, 0,3021; azote, $37^{cc},4$ à 766°,4 et 22°.

	Trouvé.		Calculé
	I.	II.	$C^{11}H^{15}Az^3O^7$.
Carbone...........	44,20	»	43,85
Hydrogène.........	5,18	»	4,98
Azote....	»	14,13	13,95
Oxygène	»	»	37,22
			100,00

» Ce corps, qui renferme CO^2 de moins que le précédent, peut être considéré comme une combinaison de 2^{mol} de cyanate de carboxéthyle et de 1^{mol} d'éther cyanique, présentant la même condensation que l'éther cyanurique

$$C^{11}H^{15}Az^3O^7 = (C^4H^5AzO^3)^2 + C^3H^5AzO.$$

Distillé, il perd 2^{mol} d'acide carbonique et se convertit en éther cyanurique.

» On peut le considérer comme un *cyanurate éthyl-dicarboxéthylique* : il représente, en effet, l'acide cyanurique dont 1^{at} d'hydrogène est remplacé par C^2H^5, et 2^{at} par deux groupes $CO\text{-}OC^2H^5$.

» *Corps* $C^{10}H^{15}Az^3O^5$. — C'est le corps fusible à 107°; il est en aiguilles enchevêtrées (1) ou groupées en sphères; à l'état sec, il constitue une masse cotonneuse.

» Ce corps, comme on le voit, diffère des précédents par CO^2 et peut être considéré comme une combinaison de 1^{mol} de cyanate carboxéthylique et de 2^{mol} de cyanate d'éthyle :

$$C^{10}H^{15}Az^3O^5 = C^4H^5AzO^3, 2(C^3H^5AzO):$$

c'est un *cyanurate diéthyl-carboxéthylique*. Par l'action de la chaleur, il perd, comme les précédents, de l'acide carbonique et fournit de l'éther cyanurique. Les trois corps forment avec l'éther cyanurique une série continue différant par nCO^2, et leur existence est une preuve en faveur de la formule triple adoptée pour l'acide cyanurique :

Cyanurate tricarboxéthylique..............	$C^{12}H^{15}Az^3O^9$
Cyanurate éthyl-dicarboxéthylique..........	$C^{11}H^{15}Az^3O^7$
Cyanurate diéthyl-carboxéthylique..........	$C^{10}H^{15}Az^3O^5$
Cyanurate triéthylique....................	$C^9H^{15}Az^3O^3$

(1) Analyse I. — Matière, 0,2578; acide carbonique, 0,4929; eau, 0,1971.
» II. — Matière, 0,1761; acide carbonique, 0,3028; eau, 0,0954.
» III. — Matière, 0,2264; acide carbonique, 0,3897; eau, 0,1226.
» IV. — Matière, 0,223; azote, 30^{cc},2; pression, 764,2; température, 8°.
» V. — Matière, 0,2964; azote, 42^{cc},3; pression, 762,6; température, 21°.
» VI. — Matière, 0,2608; azote, 35^{cc},3; pression, 761,6; température, 11°,7.

	Trouvé.						Calculé
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	$C^{10}H^{15}Az^3O^5$.
Carbone.....	46,71	46,88	46,95	»	»	»	46,69
Hydrogène...	6,09	6,01	6,02	»	»	»	5,84
Azote........	»	»	»	16,45	16,30	16,12	16,34
Oxygène.....	»	»	»	»	»	»	31,18
							100,00

» *Carboxéthyl-uréthane* $C^6H^{11}AzO^4$. — C'est le corps fusible à 49°-50° qui s'obtient dans l'action de l'éther chloroxycarbonique sur le cyanate de potasse en présence de l'éther aqueux. Il est en longs prismes ressemblant aux cristaux de nitre ou d'urée, et fond à 49°-50°, bout à 226° sans décomposition sous une pression de 760^{mm} et à 144°-145° sous une pression de 20^{mm}.

» Il appartient à une autre série que les corps précédents et constitue la carboxéthyl-uréthane ([1]), il résulte de l'action de l'alcool contenu dans l'éther ordinaire sur le cyanate carboxéthylique :

$$Az \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO}{\diagdown CO{-}OC^2H^5} + C^2H^5OH = \underbrace{AzH \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO{-}OC^2H^5}{\diagdown CO{-}OC^2H^5}}_{\text{Carboxéthyl-uréthane.}},$$

de même que l'éthyl-uréthane se forme dans l'action de l'alcool sur le cyanate d'éthyle (Wurtz) :

$$\underbrace{CO \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup Az}{\diagdown C^2H^5}}_{\text{Cyanate d'éthyle.}} + C^2H^5{-}OH = \underbrace{CO \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup AzH{-}C^2H^5}{\diagdown OC^2H^5}}_{\text{Éthyl-uréthane.}}.$$

» L'action de l'alcool contenu dans l'éther aqueux est démontrée par ce fait que, si l'on chauffe un mélange d'alcool absolu, d'éther chloroxycarbonique et de cyanate de potasse, la carboxyl-uréthane est le *seul produit de la réaction*.

» La constitution de ce corps est mise en évidence par un autre mode de formation et par ses réactions ; en effet, il prend naissance quand on chauffe

---

([1]) Analyse I. — Matière, 0,2390 ; acide carbonique, 0,3924 ; eau, 0,1521.
» II. — Matière, 0,2284 ; acide carbonique, 0,3729 ; eau, 0,1468.
» III. — Matière, 0,2388 ; acide carbonique, 0,3933 ; eau, 0,1474.
» IV. — Matière, 0,2754 ; azote, 21^{cc},6 ; pression, 763^{mm} ; tempér., 18°,7.
» V. — Matière, 0,3148 ; azote, 26^{cc},3 ; pression, 760^{mm} ; tempér., 22°.

	Trouvé.					Calculé
	I.	II.	III.	IV.	V.	$C^6H^{11}AzO^4$.
Carbone	44,78	44,52	44,91	»	»	44,72
Hydrogène	7,06	7,14	6,86	»	»	6,83
Azote	»	»	»	9,06	8,73	8,70
Oxygène	»	»	»	»	»	39,75
						100,00

en vases clos de l'uréthane avec de l'éther chloroxycarbonique à 115°-120° pendant vingt heures (24gr d'uréthane et 34gr d'éther chloroxycarbonique). Il se forme en même temps beaucoup d'acide carbonique et de chlorure d'éthyle qu'on laisse échapper en ouvrant les tubes de temps en temps : on épuise par l'éther, qui laisse 4gr,50 de chlorhydrate d'ammoniaque, on chasse l'éther ordinaire et l'on distille dans le vide. On recueille d'abord un peu de carbonate d'éthyle, entre 90° et 110° une quantité notable d'uréthane non attaquée, entre 110° et 120° de nouvelle uréthane, entre 120° et 140° un liquide oléagineux qui ne se solidifie pas après deux mois, et entre 140° et 150° un liquide oléagineux laissant déposer des cristaux, que l'on purifie par compression et par cristallisation dans l'alcool, et qui ont été identifiés avec la carboxéthyl-uréthane par leur aspect, leur point de fusion et leur composition (1).

» De plus, la carboxéthyl-uréthane, traitée par l'ammoniaque aqueuse à 100°, se dédouble nettement en alcool et en biuret fusible à 190°.

$$\underset{\text{Carboxéthyl-uréthane.}}{AzH\left\langle\begin{matrix}CO\text{-}OC^2H^5\\ CO\text{-}OC^2H^5\end{matrix}\right.} + 2AzH^3 = 2C^2H^5, OH + \underset{\text{Biuret.}}{AzH\left\langle\begin{matrix}CO\text{-}AzH^2\\ CO\text{-}AzH^2\end{matrix}\right.}.$$

Elle se comporte comme une imide et donne un sel d'argent cristallisé en cubes $C^6H^{10}AzO^4Ag$, qui s'altère lentement à 100°, en noircissant (2).

» La carboxéthyl-uréthane chauffée avec de l'éther chloroxycarbonique n'est pas modifiée.

---

(1) Analyse I. — Matière, 0,2516; acide carbonique, 0,4071; eau, 0,1531.
» II. — Matière, 0,2280; azote, 22cc,6; pression, 765mm,8; température, 21°.

	Trouvé I.	Trouvé II.	Calculé.
Carbone.........	44,13	»	44,73
Hydrogène......	6,80	»	6,83
Azote...........	»	8,99	8,70
Oxygène........	»	»	39,75
			100,00

(2) Analyse I. — Matière, 0,280; argent, 0,1102.
» II. — Matière, 0,3112; argent, 0,1216.

	Trouvé I.	Trouvé II.	Calculé $C^6H^{10}AzO^4Ag$
Argent........	39,08	39,07	40,29

» Les relations de ce corps avec le biuret et l'éther allophanique sont analogues à celles du carbonate d'éthyle avec l'urée et l'uréthane :

$$\underbrace{AzH\left\langle\begin{matrix}CO\text{-}AzH^2\\CO\text{-}AzH^2\end{matrix}\right.,}_{\text{Biuret.}}\quad \underbrace{AzH\left\langle\begin{matrix}CO\text{-}AzH^2\\CO\text{-}OC^2H^5\end{matrix}\right.,}_{\text{Éther allophanique.}}\quad \underbrace{AzH\left\langle\begin{matrix}CO\text{-}OC^2H^5\\CO\text{-}OC^2H^5\end{matrix}\right.,}_{\text{Carboxéthyluréthane.}}$$

$$\underbrace{CO\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}\right.,}_{\text{Urée.}}\quad \underbrace{CO\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\OC^2H^5\end{matrix}\right.,}_{\text{Uréthane.}}\quad \underbrace{CO\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\CO^2H^5\end{matrix}\right..}_{\text{Carbonate d'éthyle.}}$$

» La carboxéthyluréthane est analogue au corps obtenu par M. Salomon (¹) en faisant réagir le chlorure d'éthyloxalyle sur l'uréthane et qui renferme

$$AzH\left\langle\begin{matrix}CO\text{-}CO\text{-}OC^2H^5\\CO\text{-}OC^2H^5\end{matrix}\right..$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur la température de l'air et du sol, au Muséum d'Histoire naturelle, pendant les années* 1883 *et* 1884; par MM. **Edmond Becquerel** et **Henri Becquerel**. (Extrait.)

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie le résumé des Tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites, au Muséum d'Histoire naturelle, depuis le 1er décembre 1882 jusqu'au 1er décembre 1884, dans l'air, puis en terre à des profondeurs variables de 1m à 36m et dans les parties supérieures du sol de 0m,05 en 0m,05 jusqu'à 0m,60 de profondeur, selon qu'il est dénudé ou couvert de gazon. Ce travail est, comme celui des années précédentes, la continuation des recherches entreprises au Muséum par A.-C. Becquerel, il y a vingt-deux ans, à l'aide des appareils thermo-électriques qu'il a imaginés (²).

» Nous citerons d'abord les moyennes mensuelles et annuelles des températures déterminées dans l'air à l'aide d'un thermo-métrographe, ainsi qu'au moyen de maxima Negretti et de minima Rutherfort.

(¹) *Journ. für prakt. Chem.*, nouvelle série, t. IX, p. 290.

(²) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII, XL, XLI et XLII; *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 587 et 700; t. LXXXVI, p. 122; t. LXXXIX, p. 207; t. XC, p. 578; t. XCII, p. 1253, et t. XCIV, p. 1147.

		1883.		1884.	
		Thermo-métrographe.	Thermomètres divers.	Thermo-métrographe.	Thermomètres divers.
Hiver.	Décembre, Janvier, Février	5°,04	5°,00	5°,48	5°,53
Printemps.	Mars, Avril, Mai	9,56	9,54	10,83	10,83
Été.	Juin, Juillet, Août	18,77	18,59	19,62	19,45
Automne.	Septembre, Octobre, Novembre	11,17	11,23	10,93	10,93
Année (moyenne)......		11,14	11,09	11,72	11,69

» On voit que les moyennes annuelles ont été, comme en 1881 et 1882, un peu plus élevées que la moyenne générale de Paris; cela tient à ce que, bien que les températures moyennes du printemps aient été un peu plus basses que celles de 1880 et de 1882, les moyennes estivales plus élevées ont compensé cette différence dans le calcul de la moyenne annuelle; en 1884 la moyenne annuelle a même dépassé celle de 1883 de 0°,7 environ.

» Les températures moyennes mensuelles et annuelles, déduites des observations des thermomètres placés au nord, à 10^{m} au-dessus du sol du Muséum, et celles faites au haut du mât à 10^{m} au-dessus du précédent, corrigées du déplacement du zéro thermométrique, ont donné, en 1883 :

	Au haut du mât (therm. électrique).			Au nord.		
	6^{h} du matin.	9^{h} du matin.	3^{h} du soir.	6^{h} du matin.	9^{h} du matin.	3^{h} du soir.
Hiver...........	3°,73	4°,28	6°,86	3°,03	4°,49	6°,91
Printemps.......	6,02	9,42	13,43	5,93	9,41	13,83
Été............	15,18	18,98	22,40	15,19	18,87	22,32
Automne........	8,43	10,77	13,89	8,65	10,80	13,68
Année..........	8,34	10,86	14,11	8,40	10,89	14,07
Année (moy.).	11,10			11,12		

» En 1884 :

	Au haut du mât.			Au nord.		
	6h du matin.	9h du matin.	3h du soir.	6h du matin.	9h du matin.	3h du soir.
Hiver	4°,67	5°,25	7°,40	4°,61	5°,05	7°,17
Printemps	7,37	11,10	15,18	7,20	10,68	14,98
Été	15,93	20,07	23,86	15,83	19,78	23,57
Automne	8,46	10,79	14,15	8,34	10,55	13,71
Année	9,08	11,80	15,15	8,99	11,51	14,86
Année (moy.).		12,01			11,79	

» En 1883, la température moyenne déduite des observations, à 6h du matin, 9h et 3h du soir, est la même que celle donnée par les maxima et les minima; mais, en 1884, elle en diffère de 0°,2 environ.

» Les observations de température à diverses profondeurs dans la terre depuis 1m jusqu'à 36m ont présenté, comme les deux années précédentes, quelques anomalies que nous avons reconnues être dues au mode de jonction des extrémités des fils de fer des câbles avec le galvanomètre et dépendre de la température extérieure. Elles ont pu être facilement corrigées et, leur cause étant reconnue, nous avons pris les mesures nécessaires pour les éviter à l'avenir. Nous rapportons seulement ici dans cet extrait les moyennes annuelles corrigées :

	Température moyenne annuelle		
Profondeur.	des 14 années précédentes.	en 1883.	en 1884.
1m	11°,25	10°,55	11°,83
2	»	10,37	11,63
6	11,91	11,85	11,83
11	12,01	12,04	12,16
16	12,10	12,28	12,28
21	12,13	12,25	12,27
26	12,38	12,35	12,40
31	12,34	12,42	12,39
36	12,44	12,44	12,44

» On voit qu'à partir de 6m de profondeur la température a été à peu près la même en 1883 et en 1884 et semblable à celle qui se déduit des observations faites depuis 16 ans.

» La température augmente avec la profondeur, et la régularité de cet accroissement n'est modifiée que par suite de la présence des deux nappes

d'eau souterraines qui, aux profondeurs de 16^m et de 26^m, sous le sol du Muséum, se dirigent vers la Seine. La plus puissante de ces nappes est à 26^m : aussi voit-on qu'à cette profondeur la température est en général plus élevée qu'à 31^m, surtout comme en 1884 où la température moyenne de l'air a été supérieure à la moyenne générale annuelle, et où l'eau qui s'est infiltrée dans la terre a communiqué alors aux couches adjacentes un excès de température. A 36^m cette influence ne se fait plus sentir, et la température est restée toujours constante.

» Les observations sous deux sols sont faites au moyen de deux câbles particuliers dont les soudures sont disposées de $0^m,05$ en $0^m,05$ jusqu'à $0^m,60$ de profondeur au-dessous des deux sols, dont l'un est le sol pierreux d'une allée, et l'autre est couvert de gazon.

» Nous ne donnons pas, dans ce résumé, les tableaux des observations journalières qui conduisent à des résultats peu différents de ceux qui ont été obtenus les années précédentes. A $0^m,05$ de profondeur, à 6^h du matin, la moyenne de chaque mois a été plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; à 3^h du soir, à la même profondeur, c'est en général l'inverse que l'on a observé pendant toute l'année, et l'action solaire sur le sol sablonneux a donné à celui-ci un excès de température sur la température observée sous le sol gazonné et pouvant dépasser 2°; mais, en moyenne annuelle, ces excès ne se sont pas tout à fait compensés et, alors que la température a été à $0^m,05$ de $11^\circ,58$ en 1883 sous le sol gazonné, elle n'a été que de $10^\circ,88$ sous le sol dénudé (différence $0^\circ,70$); en 1884, on a eu sous le sol gazonné à $0^m,05$ de profondeur en moyenne annuelle $12^\circ,82$ et $11^\circ,92$ seulement sous le sol dénudé (différence $0^\circ,90$).

» A partir de $0^m,10$ jusqu'à $0^m,60$ de profondeur, pendant ces deux années, les différences entre les effets observés le matin et le soir ont été de moins en moins marquées à mesure que la profondeur était plus grande; mais toujours, en moyenne générale mensuelle et annuelle, la température a été plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé d'une quantité qui, jusqu'à $0^m,60$ de profondeur, a été de $0^\circ,75$ environ; en outre, lors des gelées, la température à $0^m,05$ sous le sol gazonné ne s'est jamais abaissée au-dessous de zéro.

» Ces observations, jointes à celles des années précédentes, servent à montrer comment les variations journalières de température se transmettent dans le sol suivant sa nature et l'état de sa surface, et surtout quelle est, à cet égard, l'influence de la végétation qui le recouvre, le gazon formant une sorte de couverture qui s'oppose à la transmission de la chaleur et par conséquent à la propagation de la gelée. »

HISTOIRE NATURELLE. — *De la dissémination des espèces végétales et animales;* par M. Emile Blanchard.

« Après mes Communications relatives à la Méditerranée et au continent austral, j'ai dû m'apercevoir que j'avais, en apparence, négligé un travail préliminaire. Avant de poursuivre l'étude des changements survenus dans la configuration des terres et des mers pendant la période géologique actuelle, il était indispensable sans doute de mettre tout d'abord en évidence la sûreté des moyens d'information. En montrant la dissémination des espèces végétales et animales, comme un guide capable de conduire à de merveilleuses révélations, il importe de préciser des faits que n'indiquent ni les travaux sur les flores et les faunes des différentes régions, ni les ouvrages concernant la distribution géographique des plantes ou des animaux. Dans l'état présent de la science, on note avec exactitude les localités où les espèces ont été recueillies; on ne songe guère à constater les limites géographiques de ces espèces, et cette constatation est d'un intérêt capital. On ne se préoccupe que d'une manière très insuffisante des conditions d'existence de chaque espèce, et pourtant cette préoccupation promet d'amener des résultats considérables. Ainsi, un premier effort a semblé nécessaire pour dégager une suite d'exemples bien frappants.

» De persévérantes recherches ont forcé Botanistes et Zoologistes à se convaincre que toute espèce apparut sur un point du globe, soit pour y demeurer, soit pour s'étendre à travers l'espace. Jusqu'ici, on ne discerne aucune loi présidant à la distribution des êtres; cependant, à méditer sur l'ensemble des faits qui tombent sous l'observation ou qui s'éclairent de l'expérience, on se persuade que nous échappe la notion de certains phénomènes qui règlent cette distribution. La dissémination des espèces végétales et animales offre l'exemple d'une incomparable diversité dans les aptitudes vitales des êtres. Telle espèce se montre indifférente à la nature du sol et à l'état de l'atmosphère, et se répand sur de vastes parties du monde. Telle autre espèce, parfois de la même famille ou du même genre, meurt en dehors de conditions d'existence strictement déterminées, et ne se rencontre en général que sur des espaces restreints. Entre ces extrêmes, il y a des intermédiaires à tous les degrés.

» Dans la distribution géographique des êtres, la température exerce évidemment une influence prépondérante. Si l'on observe, parmi les types inférieurs comme parmi les types les plus élevés, des espèces capables de porter tous les climats : le Lichen, qui prospère à la fois sous les neiges

du cercle arctique et sur les roches brûlantes de l'Afrique; la Vanesse Belle-Dame (*Vanessa Cardui*), qui vit en Suède, en Afrique, dans les Indes; le Loup et le Renard, qui habitent depuis la zone torride jusqu'aux régions polaires, il en est qui témoignent d'une remarquable sensibilité. Il suffit d'une faible hausse ou d'un faible abaissement de la chaleur pour que disparaissent nombre de plantes et d'animaux. Que se fussent succédé plusieurs hivers analogues à celui de 1879-1880, notre flore et notre faune auraient été promptement modifiées. Abondent les preuves que le degré de la température est d'une importance de premier ordre pour la vie de différentes espèces. A cet égard, les montagnes donnent à tous les yeux un saisissant spectacle. A une hauteur existent des plantes et des animaux qui à une hauteur supérieure sont remplacés par d'autres plantes et d'autres animaux. Une démonstration complète et irrécusable n'est-elle pas fournie par la présence à la fois sur les Hautes-Alpes et dans l'extrême nord de l'Europe et de l'Asie : de l'Arolle (*Pinus cembra*), qui croît dans le Valais, dans la Haute-Engadine et dans la Sibérie; de certaines Primevères (*Primula farinosa*), de la fameuse *Linnæa borealis;* de quelques Pavots (*Papaver alpinus*); de nombreux insectes, tels que les Coléoptères de la famille des Carabes (*Carabidæ*) ou de la famille des Charançons, tels que les Lépidoptères du groupe des Satyres (*Chionobas Aello, Erebia Manto*) ou du groupe des Argynnes (*Argynnis Pales, Argynnis Thore*), ou enfin des oiseaux comme les Lagopèdes, qu'on rencontre en même temps sur les Alpes, en Écosse et en Laponie? Il est essentiel de constater l'étonnante appropriation de divers organismes aux climats tempérés, chauds ou froids, de reconnaître pour une foule d'espèces l'impossibilité de vivre en deçà ou au delà d'une limite de température. C'est en vain jusqu'à présent que chez le végétal ou l'animal on cherche la cause qui le place sous la dépendance absolue d'un climat. En effet, qui pourrait soupçonner la raison qui oblige la Violette des Alpes à demeurer sur les flancs des hautes montagnes, la Violette odorante ou la Violette de Chien à végéter seulement dans les vallées?

» Quelle différence organique y a-t-il donc entre le Carabe (*Carabus Cristoforii*), qui ne réside dans les Pyrénées qu'à une hauteur de plus de 2000^{m} et les insectes du même genre, qui se tiennent dans les parties basses de la montagne ou même dans la plaine? Qui expliquerait pourquoi la Chouette Harfang des régions arctiques, habitant l'Europe centrale à l'époque glaciaire, ne saurait exister dans les lieux où se complaisent ses plus proches alliées, la Chouette (Athène?) et la Chevèche commune? Qui ne s'étonnerait, après une étude comparative, que le Renne meurt où

prospère le Chevreuil et que le Chevreuil et le Cerf soient incapables de résister au froid où le Renne déploie toute sa vigueur? Il y a dans ces faits un problème de Physiologie dont la solution serait un événement scientifique de la plus haute portée.

» La température n'est pas seule à exercer une grande influence sur une infinité d'organismes. L'état hygrométrique de l'atmosphère et l'eau qui séjourne ont un rôle immense. Si, partout, on cite les plantes des terrains secs et arides et les plantes des lieux humides ou des endroits marécageux, il faut aussi porter attention aux animaux dont l'existence est liée au plus ou moins d'abondance d'humidité de l'air. Sous ce rapport, des espèces d'un même groupe naturel présentent des aptitudes bien diverses. Parmi les insectes du genre Carabe, les uns se délectent au soleil, d'autres se réfugient sous les mousses, sous les feuilles en décomposition baignées d'eau, qui, à l'automne et en hiver, jonchent la terre sous les futaies. Les Coléoptères carnassiers, dont la vie semble si indépendante, sont curieux à observer. Nombre d'entre eux errent toujours sur le sol mouillé, le bord des rivières, des mares, des étangs (*Chlænies Bembidions*). Beaucoup de ces insectes carnassiers n'approchant jamais des eaux n'habitent néanmoins que des retraites où règne une extrême humidité. D'autres, au contraire, se plaisent dans les lieux arides et souvent d'une remarquable sécheresse (*Carabus auratus*, la plupart des *Harpales* et des *Amaras*). On le sait, où se trouvent associées la chaleur et l'humidité, s'étalent la plus riche végétation et le plus grand luxe des formes animales.

» Sous les mêmes climats et en tout pays, on doit encore distinguer parmi les êtres ceux qui ont besoin d'une énergique insolation et ceux qui, ne prospérant que dans l'ombre, périssent sous les ardeurs du soleil.

» Dans la répartition des êtres, apparaissent encore d'autres causes : les unes dont le caractère est évident, les autres dont le caractère reste mal défini. Il faut beaucoup compter, sans doute, avec la transition lente ou rapide de l'été à l'hiver et de l'hiver à l'été. Les conditions physiques et chimiques du sol sont propices ou fatales au développement de différents végétaux. La présence du calcaire ou de la silice joue un rôle dont les botanistes ont dénoncé l'importance. Pour les animaux également, des circonstances locales particulières sont prédominantes. Les représentants de plusieurs genres et même de plusieurs familles ne vivent qu'au milieu des sables. N'est-il pas étrange de voir toutes les espèces d'un genre de la famille des Carabes, les Pogones qui ne se nourrissent que de proie vivante, n'habitant que les lieux où le sol est imprégné de sel? Le Pogone des bords

de la mer se trouve sur le rivage des lacs salés, souvent même loin du littoral maritime, comme au marais salant de Dieuze dans la Lorraine *Pogonus luridipennis*). Un fait aussi extraordinaire n'est-il pas celui de ces plantes inévitablement associées à d'autres plantes appartenant à une famille différente? Qu'on en vienne à l'abandon de la culture des céréales et bientôt il n'y aura plus, dans le pays, ni Coquelicots, ni Bluets, ni Nielles. On se contente de dire que ces fleurs se trouvent dans les moissons. S'il est inutile de rappeler que la vie des animaux est inséparable de l'existence des corps qui les nourrissent, il convient de montrer d'instructives coïncidences. En Afrique, en Asie, en Europe, les Coléoptères coprophages qui recherchent les fientes des grands Mammifères herbivores, les bousiers, ainsi qu'on les désigne dans la langue vulgaire, sont en multitude. A Madagascar, le Bœuf à bosse est très répandu, mais aucun Bousier ne se rencontre dans les bouses de ce ruminant. De cette absence, on tire la certitude absolue, à défaut de toute notion historique, que le Bœuf n'est pas indigène, qu'il a été introduit dans l'île à une date plus ou moins ancienne.

Maintenant, à considérer les circonstances étroites où la vie est possible pour quantité d'espèces, il est clair que les indications qui s'en dégagent peuvent devenir des renseignements d'une rare précision. Quelques plantes et divers animaux diront avec sûreté la température, le degré d'insolation, le degré d'humidité, l'état de pureté ou d'insalubrité de l'atmosphère. On aura l'assurance que l'air funeste aux hommes est favorable au développement de certains organismes. Il suffira, sans doute, d'une série d'observations comparatives pour parvenir à signaler les êtres dont la présence atteste que des affections morbides menacent les habitants. Ainsi, se prépare pour les sciences naturelles une application précieuse et féconde à l'hygiène dans les différentes parties du monde.

» Après avoir examiné les influences qui paraissent s'opposer à l'expansion d'une plante ou d'un animal, on ne réussit pas toujours à découvrir la cause qui arrête une espèce à une limite qui n'est presque jamais franchie. Sur toute terre d'une étendue un peu considérable, s'il est des espèces en grand nombre qu'on peut observer sur la surface entière du pays, il en est qui n'en occupent que des portions très circonscrites. La flore et la faune de notre pays en offrent les exemples les plus variés. Des espèces méridionales s'avancent dans la direction du nord de la façon la plus inégale. Beaucoup d'entre elles s'écartent peu de la Méditerranée, d'autres s'étendent jusqu'au massif des Cévennes; d'autres, trouvant leur

chemin par les plaines ou les vallées des cours d'eau, se montrent dans le centre de la France. Les Botanistes signalent la Loire, près d'Orléans, comme l'extrême limite au nord de plusieurs plantes (*Ornithogalum nutans, Ceratocephalus falcatus*). Habite dans toute la France méridionale un charmant Coléoptère de la tribu des Mélolonthines, l'Hoplie bleue (*Hoplia cœrulea*). En 1764, l'entomologiste Geoffroy cite l'insecte comme habituellement observé aux environs d'Orléans. Depuis cent vingt ans, l'Hoplie bleue n'a pas dépassé la ligne de la Loire. La Perdrix grise vient dans tout le nord de la France; la Perdrix rouge ne s'aventure pas au delà de nos départements du centre. La Pie-grièche méridionale ne s'éloigne pas du pays des orangers, tandis que ses congénères bâtissent leurs nids aux rives de la Seine. Dans la plupart des contrées, il est des espèces des parties les plus chaudes remplacées, dans les parties les plus froides, par d'autres espèces du même genre. Ainsi, le Lépidoptère, fréquent dans le bassin de Paris; le petit Sylvain (*Limenitis Sybilla*) cède les taillis de chèvrefeuilles au Sylvain azuré (*Limenitis Camilla*). Les deux espèces, fort distinctes l'une de l'autre, ayant le même régime, les mêmes habitudes, se rencontrent à leurs limites géographiques, mais chacune reste dans une absolue indépendance. Au Pinson commun de l'Europe centrale se substitue, dans le nord, le Pinson des montagnes (*Cœlebs montifringilia*). Est vraiment bien inspiré le Naturaliste de Saint-Pétersbourg, M. Bataline, insistant sur l'intérêt d'une reconnaissance de la dispersion des végétaux dans les vastes plaines de la Russie et de la Sibérie qui s'étendent, uniformes, sous des dizaines de degrés de longitude et de latitude.

» Des végétaux et des animaux transportés loin de leur pays d'origine vivent et multiplient dans la contrée d'adoption, de manière à se confondre avec les espèces indigènes. Des végétaux de l'Amérique du Nord se sont acclimatés en Europe; des plantes européennes ont été naturalisées en Amérique et en Australie; mais qu'il est minime le nombre de ces espèces indifférentes! L'expérience grande, immense, le prouve. Les plantes cultivées dans les jardins répandent leurs graines; les vents et tous les agents du transport de ces graines les éparpillent au hasard; mais, en général, elles ne se développent pas sur le sol où elles sont tombées. Souvent des amateurs se plaisent à semer dans nos environs des graines de végétaux exotiques; ils ont parfois le plaisir de trouver l'année suivante des plantes provenant de ces graines; pourtant de ces plantes abandonnées à elles-mêmes, il en est bien peu qui persistent. On a vu le Bombyx de l'Ailante se propager dans les endroits où il y a des plantations d'Ailantes, le

Bombyx de la Chine a été déclaré un animal acclimaté. D'autre part, des Entomologistes ont essayé d'introduire dans nos bois des Lépidoptères étrangers dont les chenilles rongent le feuillage des chênes ou des bouleaux. La tentative a échoué.

» Il y a bien davantage à s'étonner lorsque des êtres, entraînés seulement à quelque distance des localités qu'ils habitent, se montrent réfractaires à toute prise d'occupation. Pendant les mémorables débordements de l'Yonne et de la Seine, au mois de mai de l'année 1836, des bois, des touffes d'herbes arrachés par les eaux étaient charriés et en partie rejetés sur les rives. Quand les eaux vinrent à diminuer, c'était le long des berges du fleuve, surtout dans Paris, un amoncellement de débris; alors, surprise pour les Entomologistes : au milieu de ces débris, on rencontrait des insectes qui n'avaient jamais été recueillis dans nos environs (*Chlænius velutinus*, *Chl. spoliatus*, *Polystichus fasciolatus*). Ces insectes disparurent bientôt et si de temps à autre on les revoit, c'est toujours à la suite de crues excessives. Ces espèces, amenées des parties centrales de la France, ne réussissent donc pas à se fixer un peu plus au nord. Il est un des plus beaux Coléoptères de l'Europe, un Capricorne, la Rosalie alpine, qui habite à une moyenne hauteur les Alpes, les Pyrénées, la Lozère, où sa larve taraude le tronc des hêtres. Les montagnes approvisionnant nos chantiers, on vit souvent dans les villes de France, à Paris même, sortir des pièces de bois la Rosalie alpine; jamais elle ne s'est répandue dans nos forêts, où abondent les hêtres.

» Des espèces sont comme parquées en des endroits très circonscrits, et d'ordinaire il est impossible d'expliquer par quelles circonstances ces espèces demeurent rebelles à toute dissémination. Les Botanistes citent des plantes qu'on trouve dans peu de localités ou même dans une seule. Au milieu de l'Europe, où les recherches ont été actives depuis assez longtemps pour donner une certitude, combien voyons-nous d'insectes n'ayant que de rares stations : par exemple, les magnifiques Carabes de la chaîne pyrénéenne (*Carabus splendens, Carabus rutilans*) ou des vallées d'Aoste et de Sesia dans les Apennins (*Carabus Olympiæ*) ou du Parnasse et du Taygète dans la Grèce (*Carabus Adonis*). Ce ne sont pas seulement des espèces des montagnes qui offrent une aire géographique aussi resserrée. Dans le marais d'Agde, croît une plante qui ne se rencontre nulle part ailleurs en France (*Damasonium polyspermum*). Il y a des Lépidoptères, insectes ayant la faculté de s'envoler au loin, qui demeurent sur place; tandis que le Papillon Machaon et le Papillon Flambé (*P. podalirius*) sont à peu près par-

tout dans l'Europe, dans le nord de l'Afrique et dans une partie de l'Asie, une espèce congénère, le Papillon *Alexanor,* n'est en France que dans les Basses-Alpes. Un magnifique Bombyx de grande taille, l'*Attacus Isabellæ,* n'a été vu que dans un bois à peu de distance de Madrid. Tous les Naturalistes savent qu'un singulier Batracien, le Protée, n'a jamais été observé que dans les eaux souterraines de la Carniole et dans la grotte d'Adelsberg. Des Mammifères sont confinés dans d'étroites régions. Sans parler du Bouquetin que l'homme a presque détruit, un Mammifère fort extraordinaire, le petit Desman, n'habite que certaines vallées du massif des Pyrénées et des montagnes du nord de l'Espagne. Si l'attention s'arrête sur ces espèces végétales ou animales qui, loin de tendre à la dissémination, restent cantonnées sur des espaces restreints et dans des endroits d'un caractère très particulier, on entrevoit la possibilité de leur disparition. De bien faibles changements venant à se produire, une légère modification du climat, une élévation ou un abaissement du sol, un desséchement, un éboulement suffiraient pour les anéantir. Ainsi ont dû s'éteindre dans les âges reculés nombre des espèces dont les vestiges sont à l'état fossile. Aujourd'hui il n'est question que du monde moderne, mais comment ne pas songer que les études de la nature actuelle doivent assurer de plus en plus la notion des événements qui se sont accomplis aux anciennes époques géologiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Propagation de la secousse de tremblement de terre du 25 décembre 1884. Rectifications;* par M. F. **Fouqué.**

« Une lettre de M. le Dr Eschenhagen m'avise que la première secousse du tremblement de terre du 25 décembre 1884, en Andalousie, a été ressentie à Wilhemshafen à $9^h 19^m 26^s$ et non à $9^h 19^m 4^s$, comme je l'ai inscrit dans les *Comptes rendus.* Il en résulte que l'onde séismique s'est transportée en $4^m 26^s$ de Greenwich à Wilhemshafen, ce qui donne, pour la vitesse de propagation entre ces deux localités, 1500^m et non pas 1600^m.

» Une autre Lettre de M. Von Lasaulx m'apprend que le procédé que j'ai indiqué comme applicable à la mesure de la profondeur du centre d'ébranlement a déjà été proposé et expérimenté par Falb en 1875. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur un nouveau genre de spectres métalliques,* par M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

M. LECOQ DE BOISBAUDRAN demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé le 30 juin 1884, et qui a été inscrit sous le n° 3781.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Quand on produit le spectre électrique d'une solution *à base métallique,* il est de règle que le fil de platine extérieur (d'où jaillit l'étincelle d'induction) soit positif, le liquide constituant par suite le pôle négatif [1]. Si l'on renverse le sens du courant, les raies métalliques (dues au métal libre ou à un de ses composés) sont peu ou point visibles, à moins que le fil de platine extérieur, devenu pôle négatif, ne se soit recouvert d'un dépôt de matière, ce qui fait rentrer l'expérience dans les conditions normales.

» Ayant repris, l'année dernière, mes recherches sur les terres rares appartenant aux familles du didyme et de l'yttrium, j'eus l'occasion d'observer, avec plusieurs de mes préparateurs, la formation de bandes spectrales, nébuleuses mais parfois assez brillantes, ayant leur origine dans une petite nappe très mince et d'un beau vert, qui se montre à la surface même du liquide (solution de chlorure) dès que celui-ci est rendu *positif.*

» Voici les positions approchées des principales bandes :

Micromètre.		λ.	Observations.
$91\frac{3}{4}$.	Env. milieu.	$620\frac{1}{2}$.	Petite bande un peu nébuleuse. Assez faible. Large de $1\frac{1}{2}$ div. env. (à Ca??).
101	Env. mil. app.	$585\frac{3}{4}$.	Bande nébuleuse, un peu liée à la suivante. Large de 3 div. env. D'intensité assez modérée, mais généralement plus forte que $91\frac{3}{4}$.
$104\frac{9}{10}$.	Env. mil. app.	573.	Bande nébuleuse. D'intensité variable avec l'état de la liqueur et la force de l'étincelle. Paraît être plus faible dans les terres retirées des sulfates très peu solubles dans K^2OSO^3 que dans celles extraites des sulfates doubles les plus solubles? Dans certains cas, a été vue aussi brillante que α $115\frac{1}{5}$, mais s'est presque toujours montrée *de beaucoup* plus faible que $115\frac{1}{5}$ dans la terre retirée du sulfate double très peu soluble. Elle a même été vue plusieurs fois plus faible que 101.

---

(1) Cette règle, jusqu'ici générale pour les solutions *métalliques,* ne s'applique pas toujours aux liqueurs contenant des corps *métalloïdiques,* ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le noter (*voir* mes *Spectres lumineux,* page 38).

Micromètre.		λ.	Observations.
111 $\frac{1}{2}$ à 112.	Env. commenc. Très vague.		Bande nébuleuse. Dégradée de droite à gauche, *dans son ensemble*. Assez forte et ordinairement de beaucoup la plus brillante du spectre dans la terre jaune, dont le double sulfate potassique est très peu soluble.
115 $\frac{1}{5}$	Env. mil. du maximum de lumière.	543 $\frac{1}{5}$.	
117.	Env. fin. Assez vague.		
Vers 141 $\frac{1}{5}$.	Milieu apparent.	487.	Bande très nébuleuse, paraissant un peu dégradée de droite à gauche quand le spectre est brillant. Large de 4 à 4 $\frac{1}{2}$ div. env.; se lie un peu à la suivante. D'intensité ordinairement assez modérée.
Vers 147 $\frac{1}{3}$ à 147 $\frac{1}{2}$.	Milieu apparent.	476 $\frac{1}{2}$.	Bande faible, très nébuleuse. Large de 6 div. environ.

» En comparant, dans les divers produits, les intensités relatives de ce nouveau spectre de renversement et des raies directes déjà connues, on arrive à conclure que la substance productrice de la bande α 115 $\frac{1}{2}$ n'est *très probablement* aucune des suivantes :

» *Didyme, Erbium, Y* α (de M. de Marignac), *Lanthane, Samarium, Zirconium, Scandium, Thulium, Ytterbium, Yttrium.*

» Le cérium et le thorium sont, en outre, exclus par des raisons d'ordre chimique.

» Je n'ai point encore obtenu le nouveau spectre avec une substance tout à fait privée d'holmium, mais j'ai de fortes raisons de penser que ce métal n'est pas la cause du phénomène observé.

» Les traitements subis par les terres qui donnent le plus nettement le spectre de renversement ne permettent guère d'admettre, dans mes préparations, la présence de corps tels que les acides phosphorique, borique, etc.

» La bande α 115 $\frac{1}{5}$ (et la plupart des autres qui, sauf peut-être la bande 104 $\frac{9}{10}$, suivent dans leurs intensités les mêmes variations que α 115 $\frac{1}{5}$) ne semble donc pouvoir être attribuée qu'à la terbine, à moins qu'elle ne soit due à quelque nouvelle terre analogue, non définie jusqu'ici ([1]).

» Le traitement d'une terre jaune, provenant de la samarskite et ressemblant beaucoup à ce qu'on appelle aujourd'hui *terbine*, m'a déjà donné des résultats intéressants qu'il serait difficile de décrire dans cette courte Note préliminaire. Je dirai seulement que toutes les bandes désignées plus haut (à l'exception parfois de 104 $\frac{9}{10}$) sont surtout très marquées dans la terre le plus facilement précipitée par l'ammoniaque, ayant le sulfate le moins soluble dans $K^2O\,SO^3$ et dont le chlorure, très soluble dans l'eau pure, l'est assez peu dans l'acide chlorhydrique concentré.

» Trouvera-t-on deux terres respectivement caractérisées par les bandes 104 $\frac{9}{10}$ et α 115 $\frac{1}{5}$?

» La production de mon spectre de renversement ne paraît pas être sans analogie de cause physique avec la formation des spectres de phosphorescence obtenus par M. Crookes

---

([1]) Il y aurait lieu d'examiner la décipine (de M. Delafontaine) dont les recherches de M. Clève semblent devoir confirmer l'existence.

au pôle positif de ses tubes de haut vide, contenant certains composés de l'yttrium. Les conditions des deux expériences sont cependant fort différentes, pratiquement parlant.

» Chose singulière, les positions des bandes de phosphorescence, observées par M. Crookes avec des composés d'yttrium très purs, sont assez voisines de celles que j'ai relevées, de mon côté, avec les solutions chlorhydriques de terres s'éloignant autant que possible de l'yttria, chimiquement aussi bien que spectralement. Mon spectre de renversement ne saurait, je crois, être attribué à l'yttrium, car, d'une part, il se montre *brillamment* avec des produits ne donnant pas trace des raies de Yt par étincelle directe, et, d'autre part, il m'a été impossible de l'obtenir nettement au moyen de certaines terres extrêmement riches en yttria.

» Dès que mon travail sera suffisamment avancé pour que j'en puisse tirer quelque conclusion positive, j'aurai l'honneur d'en informer l'Académie. »

M. Lecoq de Boisbaudran ajoute la Note additionnelle suivante :

« Je n'ai pas encore achevé le travail, très long, entrepris dans l'espoir de déterminer la nature du corps qui produit le spectre de phosphorescence ci-dessus décrit.

» Ce spectre est maintenant reconnu identique avec celui qui est attribué à l'yttria pure par M. Crookes, et que ce savant obtient dans des conditions expérimentales très différentes des miennes; toutefois, mes dernières observations, de même que les anciennes, conduisent à cette conclusion que l'yttria ne serait pas la cause des bandes spectrales observées. Dans mes fractionnements, le spectre de phosphorescence s'est régulièrement affaibli à mesure qu'on marchait vers l'extrémité yttria. Avec de l'yttria presque pure, les bandes phosphorescentes se montrent peu ou point, tandis qu'elles sont brillantes avec des terres qui ne donnent plus, par l'étincelle directe, les raies de l'yttrium d'une façon appréciable.

» La prodigieuse sensibilité de la réaction de M. Crookes, qui reconnaît un millionième de son yttria purifiée, rend bien singulière la divergence que je suis forcé de signaler entre les conclusions de l'éminent chimiste anglais et les miennes. M. Crookes veut bien se charger d'examiner certains de mes produits dans ses tubes de haut vide; il me promet par contre l'envoi de matières préparées par lui, afin que je les essaye par mon procédé. La comparaison de ces expériences croisées jettera, il faut l'espérer, quelque lumière sur la question de l'origine du spectre de phosphorescence qui nous occupe.

» Une autre conclusion de mes recherches, conclusion que je publie avec une certaine réserve puisque mon travail est encore inachevé, c'est

que les bandes 105 et 115 n'appartiendraient pas à un même élément. Dans cette hypothèse, qui s'appuie sur ce que certains de mes produits donnent 105 notablement plus vive que 115, tandis que d'autres montrent assez brillamment 115 et faiblement 105, j'appellerai provisoirement $Z\alpha$ la terre caractérisée par 105 et $Z\beta$ celle qui fournit 115.

» L'espace me manque pour décrire aujourd'hui les principales expériences, ou observations, faites pour chercher ce que sont $Z\alpha$ et $Z\beta$; ce sera le sujet d'une prochaine Note.

» Je dois reconnaître ici que M. Crookes a le premier vu le spectre de phosphorescence du samarium. Dans le courant de l'hiver dernier seulement, ce spectre m'a été signalé par mon savant ami M. Demarçay, à qui j'avais confié le secret de mon procédé de production des spectres phosphorescents par renversement du courant induit; c'est alors que je l'ai dessiné. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un type végétal nouveau provenant du corallien d'Auxey (Côte-d'Or).* Note de M. G. DE SAPORTA.

« La découverte d'une flore corallienne, aux environs de Beaune, dans des grès finement sableux, pétris d'animaux marins caractéristiques de l'étage corallien inférieur [1], est due au zèle persévérant de M. Changarnier-Moissenet qui a bien voulu me communiquer le résultat de ses recherches. Cette flore locale, au moins aussi riche que celle de Saint-Mihiel, en est sans doute contemporaine. Sa présence et l'état de conservation des principaux débris entraînés le long d'un littoral marin tiennent visiblement à la ténuité des particules sableuses, promptement agglutinées, qui forment la matière de l'ancien dépôt. La roche, parfois très dure, passe d'autres fois à un grès pulvérulent, et se trouve semée de vacuoles, comme si des bulles de gaz eussent été emprisonnées dans la substance sédimentaire, au moment de sa consolidation à l'aide d'un ciment calcaire. Les fragments de végétaux, souvent repliés ou couchés dans des sens très divers, ont dû être charriés pêle-mêle par un cours d'eau, en même temps que le sable plastique et tamisé dans lequel ces fragments ont laissé leur empreinte, empreinte des plus fidèles et des plus délicates, colorée en brun par un

[1] Les échinides, à l'état de moule intérieur, ont été déterminés par M. G. Cotteau : ce sont les *Cidaris cervicalis* et *florigemma* et l'*Hemicidaris crenularis* qui donnent son nom à cette zone.

enduit ocreux, toute trace de la substance organique ayant finalement disparu. Tels sont, résumés en quelques mots, les traits de la flore d'Auxey et les particularités de l'assise qui la renferme; j'arrive aux espèces.

» Je distingue en tout une quinzaine de Fougères, remarquablement grêles et menues, plusieurs comparables, sous des proportions réduites, à des espèces de Witby ou de Scarborough. Les *Pecopteris* présentent une forme assimilable en petit au *P. lobifolia* L. et Hutt. Les *Sphenopteris* comptent au moins quatre espèces, dont une, le *Sph. minutula* Sap., ressemble beaucoup au *Sph. arguta* L. et Hutt. Trois autres genres de Fougères se trouvent représentés richement dans le gisement d'Auxey et définissables parce qu'ils offrent des vestiges de parties fructifiées. Le premier de ces genres, qui se rapproche des Cheilanthées et dont le *Cladophlebis breviloba* Sap. a dû faire partie ([1]), laisse voir dans plus d'un échantillon des traces du repli marginal des pinnules. Le *Scleropteris Pomelii* Sap., de Saint-Mihiel, est le type du second genre; il reparaît ici et, dans certains cas, les pinnules ordinaires et stériles de cette espèce caractéristique sont entremêlées de pinnules entières et fructifiées, dont l'analogie avec ce qui existe chez les *Onychium* actuels est si étroite qu'il semble naturel d'admettre que les *Scleropteris* ne soient que des *Onychium* jurassiques, peu éloignés de ceux de la nature vivante. Le troisième genre, celui du *Stachypteris*, se trouve représenté, comme à Saint-Mihiel, par le *St. spicans* Pom., auquel il faut adjoindre le *St. minuta* Sap.; les deux espèces sont accompagnées de leurs parties fructifiées disposées en épis.

» Les Cycadées, en dehors du *Zamites Feneonis* Brngt., espèce bien connue, comprennent deux types nouveaux pour la flore française, l'*Anomozamites Lindleyanus* Schimp., de Scarborough, et un *Glossozamites* voisin des formes wealdiennes du genre. M. Changarnier a encore recueilli un carpophylle détaché de *Cycadites*, comparable au *Cycadospadix Moræanus* Schimp. Les conifères s'écartent peu de celles du corallien de la Meuse : on distingue parmi elles la *Baiera longifolia* Heer, le *Brachyphyllum Moreauanum* Brngt. et le *Pachyphyllum rigidum* Pom. A côté de ces espèces se montre, à ce qu'il m'a paru, un véritable *Araucaria*, dont j'ai reconnu non seulement des ramules, mais aussi des portions notables de strobile. Ces dernières consistent en une réunion d'écailles demeurées en connexion et moulées en creux par leur côté extérieur, c'est-à-dire ayant eu leur saillie apophysaire engagée dans le sédiment et enveloppée par lui.

([1]) *Paléont. française*, 2e série. *Végetaux: Vég. jurass.*, I, pl. 34, *fig.* 1.

» C'est au milieu de cet ensemble, très nettement caractérisé, que se placent les organes dont il me reste à parler : ce sont des portions de feuilles largement rubannées, dont on n'aperçoit ni la base, ni la terminaison supérieure ; mais qui, d'après certains fragments plus étroits et atténués en pointe, devaient diminuer insensiblement en approchant du sommet, après une longueur de plusieurs pieds. On croirait voir au premier abord des lambeaux d'écorces, striées et costulées, à cannelures irrégulières, au lieu d'être strictement longitudinales et parallèles. Mais beaucoup de ces empreintes sont planes et minces, repliées ou fissurées ; enfin, l'examen des deux côtés d'une même empreinte laisse voir sur l'une des faces la reproduction en creux des détails de nervation, marqués en relief sur l'autre face. Ce sont là certainement des feuilles, parfois accumulées à plat l'une sur l'autre et se recouvrant comme autant de minces feuillets. Il est vrai que dans d'autres cas ces lambeaux costulés montrent plus d'épaisseur et qu'il en est même qui admettent entre deux plaquettes, dont les stries et les accidents coïncident, une lamelle de sédiment intercalé, comme si quelque tige fistuleuse et à parois minces eût été comprimée par la fossilisation en même temps que les feuilles dont le fourreau l'aurait invaginée. Je crois donc, après examen, que la majeure partie des échantillons se rapporte aux feuilles, l'autre partie aux tiges striées et cannelées, mais facilement compressibles, d'un seul et même végétal auquel j'applique le nom de *Changarniera*, en l'honneur de celui qui l'a découvert.

» Ce type, probablement palustre, n'est pas sans rapport avec celui des *Rhizocaulon* que j'ai signalé, il y a des années, dans la craie d'eau douce du midi de la France et qui s'est maintenu en Provence jusqu'au niveau de l'aquitanien. Les feuilles de *Changarniera* offrent, à l'exemple de celles des *Rhizocaulon*, des traces de perforation, comme si des radicules aériennes émises le long des tiges étaient venues les traverser ; les cicatrices de ces radicules adventives parsèment également les lambeaux des téguments corticaux ; des deux parts, en un mot, l'aspect est le même à ce point de vue ; seulement, au lieu de présenter des nervures longitudinales égales et parallèles, reliées entre elles par des veinules transverses multipliées, les feuilles du *Changarniera* d'Auxey (*Ch. inquirenda* Sap.), destituées de médiane, sont parcourues par des costules longitudinales plus ou moins obliques et irrégulièrement sinueuses qui se réunissent, se perdent ou s'entrecroisent et donnent lieu à des anastomoses et à des accidents variés. Leur tissu superficiel est souvent gaufré ou même bullé. On observe même des lambeaux qui se rapportent sans doute aux bords amincis ou aux parties

latérales basilaires des feuilles et dont la surface est occupée par une réunion de saillies verruqueuses, entre lesquelles serpente un réseau veineux à mailles capricieuses.

» Les éléments d'une détermination plus précise font malheureusement défaut, en dépit du grand nombre d'échantillons recueillis. En cherchant à rapprocher ce type singulier de ceux du monde actuel, je n'ai trouvé d'autres termes de comparaison que les parties vaginales des feuilles de certaines Monocotylées aquatiques. Le *Triglochin palustre*, par exemple, qui fréquente les stations humides et salées, ainsi que le *Scheuchzeria palustris*, plante des marécages d'Europe et d'Amérique, si l'on fait abstraction de l'extrême disproportion de leur taille réduite à de très faibles dimensions, offrent pourtant la même disposition et un entrecroisement analogue des nervures à la base dilatée et engainante de leurs feuilles. Cette ressemblance m'a frappé d'autant plus qu'elle tend à confirmer l'opinion adoptée par le Professeur Marion et par moi, d'après laquelle la partie basilaire et vaginante des feuilles, chez les Angiospermes, répondrait à l'organe primitif, tel qu'il était antérieurement à sa différenciation. Il serait donc possible que le *Changarniera* représentât un de ces types proangiospermiques, dont nous commençons à peine à entrevoir l'existence. »

MÉMOIRES LUS.

BIOGRAPHIE. — *Note sur l'exposition et l'envoi aux Enfants-Trouvés de Jean Le Rond d'Alembert;* par M. L. Lallemand.

« Dans un éloge de d'Alembert lu à l'Académie des Sciences, Condorcet s'exprimait en ces termes :

« Exposé près de l'église de Saint-Jean-Le-Rond, d'Alembert fut porté chez un Commissaire qu'heureusement l'habitude des tristes fonctions de sa place n'avait point endurci; il craignit que cet enfant débile et presque mourant ne pût trouver dans un hospice public les soins et les attentions nécessaires pour sa conservation; il en chargea une ouvrière dont il connaissait les mœurs et l'humanité, et c'est de ce hasard heureux qu'a dépendu l'existence d'un homme qui devait être l'honneur de sa patrie et de son siècle. »

» Ces indications, reproduites partout (voir notamment la *Biographie universelle* de Michaud, nouvelle édition, t. I, p. 385; *Nouveau Dictionnaire de la Conversation et de la Lecture*, 2e édition, t. VII, p. 104, 1873), renferment à côté de vérités des inexactitudes qu'il est intéressant de relever.

» Au XVIe siècle et au commencement du XVIIe, les commissaires au Châtelet, ou à leur défaut la femme chargée de la maison du Port-Saint-Landry, recueillaient les enfants trouvés; lors de la constitution définitive de la Maison de la Couche, au parvis Notre-Dame, en 1670, le même mode d'admission fut suivi et tous les enfants envoyés dans cet établissement en vertu des procès-verbaux des commissaires enquêteurs, procès-verbaux dont la collection complète existe dans les archives de l'hospice des Enfants-Assistés.

» Généralement les enfants étaient exposés dans des lieux fréquentés, à la porte d'églises, d'hôtels, de couvents. En 1717, nous trouvons une pièce relatant un abandon entouré de précautions particulières :

« De l'ordonnance de nous Nicolas Delamarre, conseiller du Roy, commissaire au Chastelet, a esté levé un garçon nouvellement né, trouvé exposé et abandonné dans une boette de bois de sapin, exposé dans le parvis Notre-Dame sur les marches de l'église de Saint-Jean-le-Rond, lequel nous avons à l'instant fait porter à la couche des Enfants-Trouvez pour y estre nouri et allaité en la manière accoutumée. Fait et délivré le seize novembre mil sept cent dix-sept, six heures du soir.

« Signé : DELAMARRE. »

» Si maintenant nous ouvrons le registre matricule des admissions pour l'année 1717, nous y trouvons les mentions suivantes :

F° 513. — N° 1584.

« Jean Le Rond, nouveau-né, sur procès-verbal du commissaire Delamarre, du 16 novembre 1717, donné en nourrice à Anne Freyon, femme de Louis Lemaire, demeurant à Crémery

Premier mois, 5# pour le premier mois, fini le 17 décembre 1717,
5 janvier 1718, 2#5s jusqu'au 1er janvier 1718,

que l'enfant a été rendu à ses parents.

» Cet enfant a été rendu au sieur Molin, médecin ordinaire du Roy, qui s'en est chargé, par acte passé devant Brunel, notaire, le 1er janvier 1718. »

» Il est donc établi, contrairement à l'opinion de Condorcet, que d'Alembert a été envoyé, par le commissaire Delamarre, à la Maison de la Couche et placé en nourrice pendant six semaines dans un village de Picardie. C'est au bout de ce temps que ses pareuts, ne voulant pas trahir leur incognito, choisirent pour le retirer Jacques Molin, plus connu sous le nom de Dumoulin, et un des plus célèbres praticiens de son temps.

» Les biographes devront à l'avenir tenir compte de ces documents, absolument authentiques et inédits. Ajoutons que la rapidité avec laquelle

le jeune Jean Le Rond a été placé en nourrice, par les soins de l'Administration des Enfants-Trouvés est une preuve de la sollicitude avec laquelle on veillait sur ces pauvres délaissés. A cette époque les admissions étaient encore peu nombreuses et l'on n'envoyait pas à Paris des enfants appartenant à des provinces éloignées, comme cela avait lieu au moment où Condorcet prononçait l'éloge de d'Alembert devant l'Académie des Sciences. Il était facile, en 1717, de sauvegarder la vie des exposés, et la moyenne de mortalité n'atteignait pas les chiffres désolants que l'on constatait à la fin du XVIIIe siècle; chiffres qui, en l'an VII, atteignirent 92 pour 100, pour la première année de la vie des abandonnés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage rapide de l'azote total dans les substances qui le contiennent à la fois sous les trois états : organique, ammoniacal et nitrique*. Note de M. A. **Houzeau**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fremy, Cahours, Schlœsing, Troost, Reiset.)

« Jusque dans ces derniers temps les chimistes n'ont eu à leur disposition, pour doser l'azote total, que la méthode de Dumas, méthode exacte, mais longue et assez délicate dans son emploi. La nécessité d'opérer la combustion des matières azotées dans des tubes en verre et de déduire le plus souvent encore du volume total de l'azote recueilli celui du bioxyde d'azote qui l'accompagne faisait désirer l'emploi d'une méthode plus expéditive et plus simple, aujourd'hui surtout que le nombre des dosages d'azote a considérablement augmenté aussi bien dans les laboratoires de recherches que dans les laboratoires d'essai des matières agricoles.

» Déjà, en vue de cette simplification et d'une économie de temps dans le dosage de l'azote par la chaux sodée, j'avais substitué sans nuire à la précision des résultats au mode alcalimétrique indirect de M. Peligot la méthode directe qui supprime la liqueur alcaline titrée et avec elle les inconvénients du transvasement et des lavages.

» Toutefois, le dosage de l'azote par la chaux sodée n'était pas applicable aux matières riches en nitrates. Il y avait donc à cet égard un nouveau point important d'analyse chimique à résoudre.

» On doit savoir gré à M. Guyard d'avoir appelé l'attention des chimistes sur la transformation qu'il croyait totale, mais qui n'est que partielle, des azotates en ammoniaque par l'acétate de soude. M. Ruffle est arrivé à un

résultat plus sérieux en opérant cette transformation avec un mélange d'hyposulfite de soude, de carbone et de soufre pur.

» C'est en combinant ces perfectionnements successifs à la méthode primitive de Will et Warrentrap que je suis arrivé au mode opératoire simple et rapide que je présente aujourd'hui à l'Académie.

» Le principe de la nouvelle méthode repose :

» 1° Sur la transformation complète en ammoniaque des substances azotées fixes calcinées au rouge, au contact d'un mélange d'acétate, d'hyposulfite de soude et de chaux sodée;

» 2° Sur l'absorption du gaz ammoniac par un volume suffisant d'eau.

» Dans la pratique il n'est donc nécessaire que d'avoir : un acide titré, de la chaux sodée et un mélange salin composé d'acétate et d'hyposulfite de soude.

» *Préparation du mélange salin.* — Faire fondre au bain-marie dans leur eau de cristallisation 50^{gr} d'acétate de soude et 50^{gr} d'hyposulfite de soude ordinaires ([1]). Après refroidissement, on pulvérise finement le mélange salin et on le conserve pour quelques jours dans des bocaux bouchés.

» *Mode opératoire.* — Introduire d'abord au fond du tube à combustion en verre ou en fer environ 2^{gr} de mélange salin en poudre additionné de son poids de chaux sodée grossière, puis par dessus une colonne de quelques centimètres de la même chaux sodée.

» Peser $0^{gr},5$ ([2]) de la matière à analyser réduite en poudre fine et l'incorporer *très intimement* avec 10^{gr} ou 15^{cc} de mélange salin, après quoi on la mélange non moins intimement avec 10^{gr} de chaux sodée en poudre fine. Le tout est introduit dans le tube à combustion, qu'on remplit ensuite comme d'ordinaire par de la chaux sodée et une petite colonne de verre pilé.

» Le chauffage du tube à combustion se fait d'avant en arrière.

» Le mélange salin, placé au bout postérieur du tube, remplace l'acide oxalique ou l'oxalate de chaux généralement employés et donne, quand on le calcine, environ 200^{cc} de gaz inerte destiné à laver le tube.

» Pour le dosage scientifique, le gaz ammoniac est recueilli à la façon

---

([1]) Si l'on craint la présence accidentelle de l'ammoniaque dans l'acétate et l'hyposulfite de soude, on dissout dans la masse liquéfiée du mélange salin un gramme de soude caustique solide et non nitrée.

([2]) Quand la matière azotée est riche en azote. Pour la terre arable, opérer sur 10^{gr} à 25^{gr}.

ordinaire dans un tube à boules Will rempli à moitié d'eau pure colorée par quelques gouttes de tournesol sensible, ou mieux de tournesol rouge vineux stable. La neutralisation de l'ammoniaque se fait au fur et à mesure de sa production dans le tube Will même, à l'aide d'une burette verticale à robinet ou à pince Mohr disposée au-dessus de l'orifice du tube de sortie qui doit être droit, ou taillé en biseau, si, comme à l'ordinaire, il est oblique.

» Le mélange de l'acide titré et de l'eau ammoniacale se fait automatiquement par le dégagement des gaz.

» L'acide titré que j'emploie est préparé de façon que 1^{cc} représente $0^{gr},01$ d'azote. Par conséquent, si l'on utilise 10, 12, 13 divisions de la burette à acide, c'est que la matière à analyser contient 10^{mgr}, 12^{mgr}, 13^{mgr} d'azote. On évite ainsi les erreurs de calcul.

» Dans les essais techniques, le tube à boules, qui est si fragile, est avantageusement remplacé par un simple tube abducteur plongeant dans un décilitre d'eau. La perte en AzH^3 qui peut en résulter est négligeable.

» On le voit, la nouvelle méthode n'exige aucune manipulation compliquée; elle s'adapte à l'outillage le plus simple des laboratoires. Elle est, en outre, rapide, puisqu'un dosage d'azote peut être effectué en moins de quarante-cinq minutes. Je l'ai cependant rendue encore plus expéditive, en construisant la *batterie azotimétrique* que je place sous les yeux de l'Académie, et à l'aide de laquelle l'opérateur le moins exercé peut surveiller quatre dosages à la fois, et faire dans sa journée de vingt à trente déterminations d'azote.

» La valeur de la méthode est établie par les chiffres suivants :

	Azote pour 100	
	mis.	trouvé.
Nitrate de soude pur	16,47	16,4
Mélange d'albumine, de nitrate de soude et de chlorure d'ammonium.	16,77	16,7

» Les explosions, qui se produisent parfois lors de la calcination des matières organiques en présence des nitrates, n'ont jamais été constatées dans les dosages, déjà nombreux, qui ont été faits par la méthode telle que nous venons de la décrire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. R. **Dubois** adresse, pour le concours du prix Barbier, une Note portant pour titre : « Machine à anesthésier ».

(Renvoi à la Commission.)

L'Académie a reçu, pour le concours du prix Bordin (Question relative à l'Électricité atmosphérique), un Mémoire manuscrit portant pour épigraphe « *Simplex sigillum veri* ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La Carte géologique agronomique de l'arrondissement de Sedan, par MM. *Meugy* et *Nivoit*. (Présentée par M. Daubrée.)

2° Un ouvrage de M. *Jean Resal* « Sur les ponts métalliques ». (Présenté par M. Lalanne.)

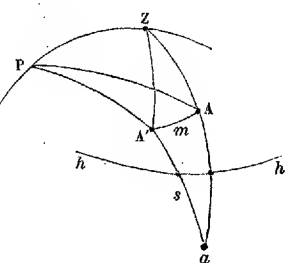
ASTRONOMIE. — *Sur un mode d'emploi du sextant, pour obtenir, par une seule observation, les hauteurs ou les angles horaires simultanés de deux astres.* Note de M. **Gruey**, présentée par M. Tisserand.

« 1. Pour obtenir, d'un seul coup de sextant, les hauteurs simultanées soit de deux étoiles, soit d'une étoile et de la Lune, soit de la Lune et du Soleil, il suffit de faire coïncider l'image de l'un de ces astres, doublement réfléchie par les miroirs de l'instrument, avec l'image de l'autre astre, simplement réfléchie par l'horizon artificiel et pointée directement à la lunette.

» L'observation est aussi facile que celle qui donne la hauteur d'un astre unique. On l'exécute quelquefois, *par méprise*, lorsque, pour déterminer l'heure, on prend la hauteur d'une étoile voisine d'une autre de même

grandeur; on ne doit pas alors la rejeter si la méprise est *reconnue* et que, pour une raison quelconque, il soit impossible de recommencer une détermination.

» Si l'on a plus de temps à consacrer aux calculs qu'aux observations, et si l'on veut déterminer sa longitude par une distance lunaire, accompagnée de la mesure des hauteurs, le procédé offre des avantages, puisqu'il réduit cette mesure juste de moitié.



» 2. Sur la sphère céleste, soient, au moment de l'observation, P le pôle; Z le zénith; hh' l'horizon; $PZ = 90° - \varphi$ la colatitude; A et A' deux étoiles de coordonnées équatoriales respectives $\mathcal{A}$, $\mathcal{D}$ et $\mathcal{A}'$, $\mathcal{D}'$; m leur distance angulaire AA'; s la distance angulaire de A' à l'image a de A sur l'horizon artificiel; s' cette distance, affectée de la réfraction et mesurée au sextant; α, z, t et α', z', t' l'azimut, la distance zénithale, l'angle horaire de A et A'.

» Les triangles ZPA, ZPA' donnent

$$(1)\qquad \begin{cases} \cos z = \sin\varphi \sin\mathcal{D} + \cos\varphi \cos\mathcal{D} \cos t, \\ \cos z' = \sin\varphi \sin\mathcal{D}' + \cos\varphi \cos\mathcal{D}' \cos t'; \end{cases}$$

d'où

$$(2)\qquad \begin{cases} 2\cos z \cos z' = 2\sin^2\varphi \sin\mathcal{D} \sin\mathcal{D}' + 2\cos^2\varphi \cos\mathcal{D} \cos\mathcal{D}' \cos t \cos t' \\ \qquad\qquad + \sin 2\varphi (\sin\mathcal{D} \cos\mathcal{D}' \cos t' + \sin\mathcal{D}' \cos\mathcal{D} \cos t). \end{cases}$$

» Mais les triangles ZAA', PAA', ZaA' donnent

$$\begin{aligned} \cos m &= \cos z \cos z' + \sin z \sin z' \cos(\alpha - \alpha') \\ &= \sin\mathcal{D} \sin\mathcal{D}' + \cos\mathcal{D} \cos\mathcal{D}' \cos(\mathcal{A}' - \mathcal{A}), \\ \cos s &= -\cos z \cos z' + \sin z \sin z' \cos(\alpha - \alpha'); \end{aligned}$$

d'où

$$(3)\qquad \begin{cases} 2\cos z \cos z' = \cos m - \cos s \\ \qquad = \sin\mathcal{D} \sin\mathcal{D}' + \cos\mathcal{D} \cos\mathcal{D}' \cos(\mathcal{A}' - \mathcal{A}) - \cos s. \end{cases}$$

» Si, entre les relations (2) et (3), on élimine $\cos z \cos z'$; si l'on pose ensuite

$$t' + t = 2x, \quad t' - t = \mathcal{A} - \mathcal{A}' = 2p,$$

c'est-à-dire

$$(4)\qquad t = x - p, \quad t' = x + p,$$

on aura, pour déterminer x, une équation de la forme

$$(5)\qquad A\cos 2x + B\cos x + C\sin x + D = 0,$$

dans laquelle

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} A &= \cos^2\varphi\cos\mathfrak{D}\cos\mathfrak{D}',\\ B &= \sin 2\varphi\sin(\mathfrak{D}'+\mathfrak{D})\cos p,\\ C &= \sin 2\varphi\sin(\mathfrak{D}'-\mathfrak{D})\sin p,\\ D &= \cos s - \cos 2\varphi\sin\mathfrak{D}\sin\mathfrak{D}' - \sin^2\varphi\cos 2p\cos\mathfrak{D}\cos\mathfrak{D}'.\end{aligned}\right.$$

φ étant connu, et $\mathcal{A}$, $\mathfrak{D}$, $\mathcal{A}'$, $\mathfrak{D}'$ donnés par la *Connaissance des Temps*, les coefficients A, B, C peuvent se calculer immédiatement en toute rigueur. On calculera une valeur très approchée D′ de D en prenant $s = s'$. Alors on aura x par l'équation (5); t, t' par les formules (4); z, z' par les équations (1).

» Avec s' et z, z' ainsi obtenus, on calculera, dans le triangle $ZA'a$ les valeurs des angles $\widehat{A'}$, $\widehat{a}$ que fait le limbe du sextant avec les verticaux des astres au moment de l'observation, valeurs suffisamment exactes pour donner l'effet $\delta s'$ de la réfraction sur s au moyen de la formule, facile à démontrer,

$$(7)\qquad \delta s' = \cos\widehat{A'}\,\delta z' - \cos\widehat{a}\,\delta z,$$

où δz, $\delta z'$ désignent les réfractions correspondant aux distances zénithales z, z'.

» En partant de $s = s' + \delta s'$ et recommençant le calcul de t, t', z, z', on aura les valeurs exactes de ces quatre angles.

3. Toutes les opérations sont rapides, même la résolution de l'équation (5) dont on connaît presque toujours, *a priori*, la racine convenable, avec une approximation assez grande. A cet égard, distinguons deux cas pratiques.

» 1° *Voulant déterminer l'heure par la hauteur d'une étoile* A, *on a commis une méprise, en faisant coïncider* a *non pas avec* A, *mais avec une étoile reconnue* A′, *toujours voisine de* A *en azimut.*

» Si l'on n'a aucune notion sur l'heure ou l'état du chronomètre, on remarquera que le voisinage en azimut de A et A′ donne pour z, z' les valeurs approchées

$$z' = 90^\circ - \tfrac{1}{2}(s' \pm m),$$
$$z = 90^\circ - \tfrac{1}{2}(s' \mp m),$$

en prenant le signe supérieur ou inférieur, suivant que A′ est au-dessous ou

au-dessus de A. Avec l'une ou l'autre de ces valeurs on calculera t ou t' par l'équation (1) correspondante, puis la valeur approchée x' de x par l'une ou l'autre des relations (4). On aura ensuite la valeur exacte de x par la formule de Newton

$$x = x' - \frac{f(x')}{f'(x')},$$

où f désigne le premier membre de (5).

» Mais on connaîtra presque toujours une valeur de θ de l'heure sidérale approchée à quelques minutes et même quelques secondes près et l'on pourra prendre immédiatement

$$x' = \theta - \tfrac{1}{2}(\mathcal{A}' + \mathcal{A}). \tag{8}$$

Dans ce premier cas, $\cos\widehat{A}'$, $\cos\widehat{a}$ sont voisins de -1, $+1$, et l'on a très sensiblement

$$\delta s' = -\delta z - \delta z'.$$

» Ayant, pendant près d'une année, déterminé très souvent l'heure par le sextant, il nous est arrivé, à mon aide M. Pointelin et à moi, de commettre, chacun deux fois, la méprise en question, qui nous fut révélée par le changement brusque et considérable qu'elle attribuait à la marche du chronomètre. En la corrigeant par le calcul précédent, nous avons retrouvé, chaque fois, exactement la marche ordinaire.

» 2° *Connaissant une valeur approchée de θ de l'heure sidérale, on veut, d'un seul coup de sextant, obtenir les angles horaires et les hauteurs de deux étoiles quelconques, en mesurant s'. Dans ce cas, il n'y a qu'à prendre pour x' la valeur de* (8).

» 4. S'il s'agissait du Soleil et de la Lune ou de la Lune et d'une étoile, il est clair qu'à la valeur de s', donnée par le contact des images, il suffirait d'ajouter les demi-diamètres apparents des astres observés, pour avoir la valeur de s' correspondant à leurs centres, c'est-à-dire pour retomber sur le cas de deux étoiles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence d'une fraction continue algébrique.* Note de M. **Halphen.**

« Les fractions continues algébriques s'offrent, pour ainsi dire, comme succédanés des séries procédant suivant les puissances d'une variable. Bien qu'on ne sache rien sur les conditions générales de leur convergence,

quelques rares exemples font pressentir des différences profondes, à cet égard, entre les fractions continues et les séries. Un de ces exemples, très remarquable, a été donné par M. Laguerre ([1]) : il concerne le *logarithme intégral*, et l'on y voit une fraction continue qui converge, alors que la série correspondante ne converge pas. Le nouvel exemple, dont j'ai à parler ici, offre encore cette circonstance; mais il offre aussi la circonstance opposée : des valeurs de la variable, qui font converger la série, font diverger la fraction continue.

» Il sera, je crois, possible de faire la théorie générale du développement des fonctions algébriques en fractions continues, au point de vue de la convergence. Dans l'exemple actuel, je dois en avertir, les traits principaux de cette théorie générale sont effacés; il présente une simplicité qu'il ne faudra pas s'attendre à retrouver ailleurs. Cet exemple est fourni par le développement de la racine carrée d'un polynôme X, du *troisième degré*, sous l'une des deux formes

$$(1)\qquad \sqrt{X} = a_1 + b_1 x + \cfrac{x^2}{a_2 + b_2 x + \cfrac{x^2}{a_3 + b_3 x + \ldots + \cfrac{x^2}{a_n + b_n x + \ldots}}},$$

$$(2)\qquad \sqrt{X} = a_1 + b_1 x + c x^2 + \cfrac{x^3}{\alpha_2 + \beta_2 x + \cfrac{x^2}{\alpha_3 + \beta_3 x + \ldots + \cfrac{x^2}{\alpha_n + \beta_n x + \ldots}}},$$

$$(3)\qquad X = q_0 + q_1 x + q_2 x^2 + q_3 x^3.$$

» La simplicité du résultat, que je vais énoncer, est due essentiellement à la supposition que *les coefficients de* X *sont réels, ainsi que les trois racines.* La théorie serait très différente si, les coefficients étant réels, deux racines étaient imaginaires.

» Soient $x_1 > x_2 > x_3$ les trois racines et A_1, A_2, A_3, A_4 les intervalles $(+\infty\, x_1)$, $(x_1 x_2)$, $(x_2 x_3)$, $(x_3 - \infty)$.

» *La variable x étant supposée imaginaire*, les fractions continues (1) et (2) convergent toujours et représentent toutes deux la fonction $\sqrt{X}$, rendue uniforme moyennant deux coupures rectilignes. Les deux coupures couvrent les intervalles A_1, A_3 si zéro est dans l'un des deux autres; elles cou-

---

([1]) *Sur l'intégrale* $\int_x^\infty \frac{e^{-x}\,dx}{x}$ (*Bull. de la Soc. Mathém.*, t. VII, p. 72; 1879).

vrent, au contraire, les intervalles A_2, A_4 si zéro est dans l'un des deux premiers. Sur ces coupures seulement, les fractions continues ne convergent pas. Nous trouvons donc là des fractions continues qui convergent, alors que la série correspondante diverge. Voici maintenant comment s'offre la circonstance opposée.

» Tant que la partie imaginaire de x a une valeur finie, la convergence est *uniforme*, comparable même à celle d'une progression géométrique; mais cette uniformité disparaît quand x devient réel. Sauf des cas particuliers, dont je parlerai plus loin, la convergence est alors non uniforme *dans tout intervalle*. Voici, en termes précis, son caractère : Soient deux nombres arbitraires a, b, dont l'intervalle ne soit pas sur les coupures, d'ailleurs aussi rapprochés qu'on le voudra. Soit aussi m un nombre à volonté. Il existe, entre a et b, des nombres x, pour lesquels, parmi les réduites de rang supérieur à m, il s'en trouve une rigoureusement égale à $-\sqrt{X}$, tandis que la fraction continue finit toujours par converger vers $+\sqrt{X}$. On remarquera que l'intervalle (a, b) peut contenir zéro, en sorte que cette convergence non uniforme, si voisine de la non-convergence, a lieu même pour des valeurs de x plus petites que toute quantité donnée. Ce n'est cependant pas encore l'absence totale de convergence; mais nous allons la trouver dans les cas particuliers que je réservais tout à l'heure.

» Ces cas particuliers sont caractérisés chacun par une relation algébrique entre les coefficients de X. Pour le plus simple, voici cette relation :

$$32q_0^2q_3(4q_0q_1q_2 - q_1^3 - 8q_0^2q_3) = (4q_2q_0 - q_1^2)^3. \tag{4}$$

Cette relation ayant lieu, il faut signaler à part une valeur de x

$$x = \frac{q_1^2 - 4q_0q_2}{q_0q_3}. \tag{5}$$

Elle est placée dans la région où $\sqrt{X}$ est développable suivant les puissances ascendantes de x. Pour cette valeur (5) de x, les réduites de rang 1, 6, 11, ..., $(5n+1)$, ..., dans la fraction continue (1), sont rigoureusement égales à $\sqrt{X}$, mais celles de rang 4, 9, 14, ..., $(5n+4)$, ... sont égales à $-\sqrt{X}$. Dans la fraction continue (2), les réduites de rang 3, 8, 13, ..., $(5n+3)$, ... sont égales à $+\sqrt{X}$, et celles de rang 1, 6, 11, ..., $(5n+1)$, ... à $-\sqrt{X}$.

» Les deux fractions continues sont donc ici divergentes, tandis que la série correspondante converge.

» Quand la condition (4) est satisfaite, toutes les irrégularités se concentrent dans la seule valeur (5) de x; pour toute autre valeur réelle, en dehors des coupures, les fractions continues convergent uniformément.

» Les cas analogues à celui que caractérise la relation (4) sont en nombre illimité. On peut les définir tous ainsi; ce sont les cas où les deux intégrales de $\frac{1}{\sqrt{X}}$ prises, en ligne droite, depuis zéro jusqu'à l'une ou l'autre des limites de l'intervalle A, où se trouve zéro, sont commensurables entre elles. Dans chacun de ces cas, il existe des valeurs particulières de x, analogues à (5), en nombre limité. Pour une quelconque de ces valeurs particulières de x, l'une des fractions continues (1) ou (2), ou toutes deux à la fois, oscille de $-\sqrt{X}$ à $+\sqrt{X}$; les fractions convergent uniformément pour toutes les autres valeurs de x, en dehors des coupures. »

OPTIQUE. — *Radiations émises par les charbons incandescents.* Note de M. Félix Lucas.

« Si l'on élève graduellement, au contact de l'air, la température d'un métal inoxydable, comme le platine, les radiations calorifiques, d'abord obscures, deviennent ensuite lumineuses. M. Pouillet a évalué les températures correspondant aux couleurs successives du métal; d'après ce savant, le rouge naissant correspond à 525° C. et le blanc éblouissant à 1500°.

» On observe un phénomène analogue si l'on échauffe fortement le charbon, en ayant soin de le placer dans le vide pour le préserver de la combustion. A partir d'une température suffisamment élevée, on produit l'incandescence; le charbon devient un véritable foyer de lumière. Il existe évidemment une relation entre l'intensité de la lumière émise et la température du charbon; et, comme il s'agit d'un corps infusible, il n'est pas impossible de le porter à des températures considérablement plus hautes que celle de la fusion du platine. J'ai pensé que des expériences réalisées dans cet ordre d'idées offriraient un grand intérêt théorique et pratique; mes efforts ne sont pas restés stériles; je vais indiquer aussi sommairement que possible les résultats obtenus.

» Les charbons dont j'ai fait usage sont de même nature que les charbons artificiels actuellement employés dans nos phares pour la production des arcs voltaïques; ils sont fabriqués par M. Carré. La surface rendue

lumineuse est cylindrique et mesure 450^{mmq}; la section droite de l'anneau est de $5^{mmq},6$. Le charbon est placé dans le vide obtenu à $0^{m},001$ de pression au moyen d'une pompe pneumatique obligeamment mise à ma disposition par M. Carré. Une disposition particulière me permet de faire passer dans ce charbon, d'une manière permanente, un courant électrique dont l'intensité peut être poussée jusqu'à 200 ampères. J'obtiens ce courant en couplant deux machines magnéto-électriques de Méritens, qui possèdent chacune deux circuits de quarante bobines formés par la réunion en quantité de dix groupes de quatre bobines attelées en tension. En prenant tout ou partie des quatre circuits et faisant varier leurs modes d'attelage, en faisant varier, d'autre part, la vitesse de rotation des induits, j'ai pu faire prendre à l'intensité du courant électrique diverses valeurs comprises entre 40 et 200 ampères.

» Dans chaque expérience, l'intensité électrique I est donnée par un électrodynamomètre de Siemens intercalé dans le circuit extérieur. Connaissant d'ailleurs le mode d'attelage des circuits des machines magnéto-électriques et la vitesse de rotation de l'induit, je peux (au moyen des formules que j'ai précédemment établies relativement au fonctionnement de ces machines) calculer la résistance R du circuit extérieur correspondante à chaque valeur de I. En déduisant de R la partie constante relative à mes conducteurs métalliques (qui sont assez volumineux pour ne pas s'échauffer sensiblement), j'obtiens, pour chaque valeur de I, la valeur ρ de la résistance du charbon à lumière. J'ai pu établir empiriquement la formule

$$\rho = \rho_0 \frac{0,0175I + 1}{0,140I + 1}, \tag{1}$$

dans laquelle $\rho_0 = 0^{ohm},26$ est la résistance à froid du charbon. Des expériences antérieures m'ont d'ailleurs permis de constater que la résistance ρ est liée à la température θ du charbon par la formule

$$\rho = \rho_0 \frac{0,0007\theta + 1}{0,0056\theta + 1}. \tag{2}$$

» Au moyen des formules (1) et (2) je trouve

$$\theta = 25I. \tag{3}$$

» Cette relation très simple me permet d'évaluer la température du charbon dans chacune de mes expériences.

» La détermination de l'intensité lumineuse y, correspondant à chaque valeur de I ou de θ, a été faite au moyen du photomètre Degrand.

» Chacun des résultats obtenus représente la moyenne de trois à sept expériences; l'intensité lumineuse est évaluée en becs de carcel.

Intensité électrique I.	Température θ.	Intensité lumineuse y.	Intensité électrique I.	Température θ.	Intensité lumineuse y.
40 amp	1000°	3 carcels	165 amp	4125°	390 carcels
75	1875	16	175	4375	390
110	2750	79	180	4500	413
125	3125	106	190	4750	420
140	3520	212	200	5000	413
150	3750	317			

» En prenant I pour abscisse et y pour ordonnée, on obtient une courbe à laquelle on peut attribuer l'équation suivante

$$(4) \qquad y = \frac{I^4}{0{,}005281^4 - 206I^2 + 3660800}.$$

» Au début, y croît proportionnellement à la quatrième puissance de I; la courbe présente un point d'inflexion pour $I = 140$ et $y = 212$; elle tourne ensuite sa concavité vers le bas, et s'élève jusqu'à ce que sa tangente devienne horizontale, ce qui a lieu pour $I = 188{,}52$ et $y = 420$; la température correspondante est de 4713° C. *En poussant plus loin l'intensité électrique ou la température, on ne fait que diminuer l'intensité lumineuse.* Il est probable que les radiations calorifiques, d'abord obscures, puis successivement lumineuses depuis le rouge jusqu'au blanc, finissent par dépasser les rayons violets, cessant ainsi d'être lumineuses. Avec un courant de 200 ampères, auquel correspond la température de 5000°, on n'obtient plus que 413 becs carcel; on a perdu 7 becs à partir du maximum. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des courants redressés.* Note de M. E. **Hospitalier**, présentée par M. Mascart.

« Les appareils de mesure industriels ne donnent des indications concordantes qu'avec des courants continus, tels que ceux fournis par les piles et les accumulateurs. Dès que le courant affecte une forme ondulatoire un peu accusée, comme, par exemple, le courant fourni par la machine de M. Anatole Gérard, dans laquelle il passe périodiquement par

zéro quatre fois par tour, tout en restant de même signe, les indications fournies par les ampèremètres et les voltmètres sont toujours *inférieures* à celles qui correspondraient à la vraie valeur de l'énergie électrique consommée dans le circuit extérieur.

» Nous avons déterminé expérimentalement, avec le concours des élèves de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris, et grâce à l'obligeance de M. A. Gérard, qui a bien voulu mettre une de ses machines à notre disposition, la valeur absolue des écarts entre les mesures, lorsqu'on alimente successivement des lampes à incandescence avec des courants continus et des courants redressés.

» Voici les résultats de nos expériences :

» Lorsque les lampes sont amenées à la même intensité lumineuse, les indications d'un électrodynamomètre intercalé dans le circuit restent les mêmes, qu'on fasse usage de courants continus ou de courants redressés.

» Les indications d'un ampèremètre Deprez-Carpentier sont en moyenne de *dix* pour 100 plus faibles avec les courants redressés qu'avec les courants continus. Les indications d'un voltmètre Thomson ou d'un voltmètre Deprez-Carpentier monté en dérivation sur les bornes de la machine sont d'environ *quinze* pour 100 plus faibles avec les courants redressés qu'avec les courants continus.

» On voit que la forme du courant introduit des différences qui ne sont nullement négligeables, puisqu'elles conduisent à attribuer à une lampe donnée une consommation en volt-ampères ou watts, trop petite de 23,5 pour 100 lorsqu'elle est alimentée par des courants redressés.

» La divergence provient de ce que les indications de l'ampèremètre sont proportionnelles à l'intensité moyenne, et que le carré de l'intensité moyenne introduit dans la formule

$$W = RI^2,$$

pour calculer le travail moyen par seconde, est toujours plus petit que la moyenne des carrés de l'intensité, déduite des indications de l'électrodynamomètre, qui représente la vraie dépense de la lampe.

» Il en est de même pour le voltmètre, qui donne la moyenne des différences de potentiel aux bornes de la lampe, mais la divergence des résultats obtenus avec les courants redressés et les courants continus est encore augmentée par la self-induction du voltmètre qui tend à affaiblir le courant moyen qui le traverse, et à diminuer ses indications.

» Il résulte de nos expériences qu'on commet des erreurs grossières en

calculant la dépense en watts des lampes à incandescence, alimentées par des courants redressés, en faisant le produit des volts et des ampères indiqués par des appareils de mesure *magnétiques*, étalonnés avec des courants continus.

» Cette dépense ne peut être calculée exactement, avec des courants redressés, qu'en mesurant l'intensité avec un électrodynamomètre, et la différence des potentiels à l'aide de l'électromètre à quadrants (méthode idiostatique), ou du voltmètre de Cardew. »

THERMOCHIMIE. — *Etude thermochimique sur les accumulateurs.* Note de M. **Tscheltzow**, présentée par M. Berthelot.

« D'après les lois de Joule et de Sir W. Thomson, $E = 0{,}0436\,\Sigma Q$ (où E désigne la force électromotrice exprimée en volts, ΣQ la chaleur, rapportée aux équivalents en grandes calories) nous permet d'appliquer la méthode thermochimique aux études des réactions dans les piles électriques. Pour appliquer cette méthode aux éléments secondaires de M. Faure, il a fallu déterminer la chaleur de formation du peroxyde de plomb, de l'oxyde de plomb et de l'oxygène libre, ce que j'ai fait avec l'aimable concours des officiers de torpilleur Beclemischew et Canine.

» La mesure de cette chaleur a été faite par deux procédés différents, savoir :

» 1° *L'action de l'azotate de protoxyde de mercure dissous dans l'acide azotique étendu sur le peroxyde de plomb.* — Les dissolutions du sel de mercure avec lesquelles on a opéré étaient préparées d'après les proportions suivantes :

$$HAzO^3 + 0{,}15\,HgAzO^3 + 30\,H^2O,$$
$$HAzO^3 + 0{,}3\,\,HgAzO^3 + 110\,H^2O,$$
$$HAzO^3 + 0{,}3\,\,HgAzO^5 + 240\,H^2O.$$

» La chaleur spécifique du liquide calorimétrique était adoptée comme égale à celle de l'eau contenue dans la dissolution. La réaction dure dix minutes. On obtient vers 18° :

PbO^2 sol. + 2 $HgAzO^3$ diss. + 4 $HAzO^3$ diss.
= $Pb(AzO^3)^2$ diss. + 2 $Hg(AzO^3)^2$ diss.
+ 2 H^2O liquide dégage + $31^{Cal},85$ (moyenne de quatre expériences).

» 2° *L'action de l'acide sulfureux anhydre sur le peroxyde de plomb.* — Pour réaliser cette réaction, on a placé au milieu du calorimètre de 2500^{cc} de capacité une chambre en verre à minces parois, qui contenait le peroxyde de plomb mélangé avec du coton de verre, et par un tube soudé en bas on fait passer l'acide sulfureux; l'excès de gaz, avant de sortir hors du calorimètre, traverse le serpentin qui entoure la chambre. L'expérience dure de vingt à trente minutes.

» La chaleur dégagée vers 17° a été trouvée $+ 82^{Cal},62$ (moyenne de quatre expériences), ce qui répond à

$$PbO^2 \text{ solide} + SO^2 \text{ gaz} = PbSO^4 \text{ solide.}$$

» D'après ces chiffres, on calcule pour la réaction :

$$PbO \text{ solide} (223^{gr}) + O \text{ gaz} (16^{gr}) = PbO^2 \text{ solide} (239^{gr}).$$

	Cal	
Premier procédé	+12,07	
Second procédé	+12,21	
Moyenne	+12,14	vers 17°

» La chaleur de formation du peroxyde de plomb nous permet d'examiner les réactions chimiques qui se produisent sur les deux plaques de l'accumulateur. On supposait autrefois que le plomb du pôle négatif contient de l'hydrogène qui sert à réduire le peroxyde du pôle positif en métal ou en oxyde, qui se transforme en sulfate. Maintenant on admet que, pendant que le pôle négatif se transforme en sulfate de plomb, le pôle positif le fait aussi, ou se réduit en plomb métallique.

» Examinons ces quatre hypothèses :

» 1. Soit PbO^2 réduit en Pb par l'hydrogène du pôle négatif. La réaction dégage

$$+ (H^2, O) - \tfrac{1}{2}(PbO, O) - \tfrac{1}{2}(Pb, O) = + 37^{Cal},20.$$

» 2. Soit PbO^2 transformé en $PbSO^4$; le dégagement de chaleur est égal à

$$+ (H^2, O) + (PbO, H^2SO^4 \text{ Aq.}) - (PbO, O) = + 81^{Cal},50.$$

» 3. Soit le plomb négatif transformé en sulfate, et PbO^2 en Pb. La réaction dégage

$$\begin{aligned} &- (H^2, O) + (Pb, O) + (PbO, H^2SO^4 \text{ Aq.}) \\ &\quad - \tfrac{1}{2}(PbO, O) - \tfrac{1}{2}(Pb, O) + (H^2, O) = + 44^{Cal},30. \end{aligned}$$

» 4. Soit la sulfatation des deux électrodes. Le dégagement de chaleur est égal à

$$-(\mathrm{H^2, O}) + (\mathrm{Pb, O}) + (\mathrm{PbO, H^2SO^4\,Aq.}) - (\mathrm{PbO, O}) + (\mathrm{H^2, O}) + (\mathrm{PbO, H^2SO^4\,Aq.}) = +\,88^{\mathrm{Cal}},60.$$

» D'après la formule de M. W. Thomson la réaction doit donner

	volt
1.	0,81
2.	1,77
3.	0,96
4.	1,93

» Or la mesure directe donne, pour la force électromotrice, de 2^{volts} à $1^{\mathrm{volt}},9$.

» Ainsi, l'on peut regarder comme bien établi que, dans le couple de M. Faure, la réaction fondamentale consiste dans la sulfatation des deux électrodes. L'application de la méthode thermochimique, que nous venons de faire, a surtout cette importance que la méthode purement chimique laisserait toujours des doutes sur la nature vraie des phénomènes. »

CHIMIE. — *Action de quelques métaux sur le mélange d'acétylène et d'air.* Note de M. F. Bellamy, présentée par M. Berthelot.

« Dans une suite d'expériences avec les gaz et vapeurs qui, mélangés avec l'air, sont capables de produire l'incandescence d'une spirale de platine, j'ai constaté, en opérant avec l'acétylène dans l'appareil ci-après, une propriété de ce gaz, dont je ne connais aucune mention.

» Cet appareil est une sorte de brûleur de Bunsen en verre. Le tube formant la cheminée d'appel a 15^{mm} environ de large, $0^{\mathrm{m}},12$ à $0^{\mathrm{m}},15$ de long, et présente vers le quart inférieur un trou latéral à la hauteur duquel s'élève à l'intérieur l'extrémité du tube effilé qui amène le gaz acétylène. Le gros tube est donc parcouru par un mélange d'acétylène et d'air.

» Si l'on y introduit une spirale de fil de platine ou d'argent chauffée à peine au rouge naissant, il y a immédiatement détonation et inflammation du gaz, et à plus forte raison si la spirale est bien rouge; mais il est rare qu'elle commence par devenir incandescente, et, quand cela arrive, la lueur est fugace et n'apparaît que dans quelques points.

» Une spirale de cuivre rouge chauffée au rouge naissant commence au contraire par y devenir incandescente; elle y prend un vif éclat compa-

rable à celui que prend aussi le platine quand on opère avec de l'hydrogène dans le même appareil. L'incandescence persiste plusieurs secondes et finit le plus souvent par provoquer la détonation du mélange gazeux. L'expérience réussit bien.

» Une spirale de fer se comporte à peu près comme celle de cuivre, mais l'incandescence s'obtient assez difficilement. Introduite trop rouge, la spirale produit aussitôt la détonation; pas assez chaude, elle reste obscure.

» La spirale de platine, quand on opère avec de l'hydrogène, prend dans le brûleur une vive incandescence, et provoque ensuite la combinaison du mélange détonant, tandis que le cuivre et le fer semblent dénués de cette propriété et restent obscurs et inactifs.

» On voit donc que ces deux métaux, mais principalement le cuivre, se comportent avec l'acétylène dans le brûleur comme fait le platine avec l'hydrogène. »

CHIMIE. — *Sur les sulfures de cérium et de lanthane.* Note de M. **P. Didier**, présentée par M. Debray.

« L'étude des métaux de la cérite est actuellement très avancée; on peut même dire qu'il reste peu de chose à ajouter à l'histoire des combinaisons qui se forment par voie humide. Il n'en est pas de même des combinaisons obtenues par voie sèche : leur nombre est encore très restreint et plusieurs d'entre elles, relativement simples, n'ont pas été spécialement étudiées.

» J'ai en premier lieu repris l'étude du sulfure de cérium en partant de l'oxyde pur, qui s'obtient aujourd'hui facilement en grande quantité par la méthode de M. Debray [1].

» Pour préparer ce sulfure, on faisait agir, à la température du rouge, le sulfure de carbone sur l'oxyde céroso-cérique ou, comme Mosander, sur le carbonate céreux. C'est le procédé de préparation des sulfures difficiles à former et peu stables, comme ceux de silicium, de bore, d'aluminium, etc., découverts et étudiés autrefois par M. Fremy. Le sulfure que donnait cette méthode était rouge minium ou rouge-brun.

» Mosander préparait encore le sulfure de cérium par l'action des polysulfures alcalins sur l'oxyde céroso-cérique. Il avait alors un sulfure en

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 828.

écailles transparentes, d'un jaune verdâtre, perdant du soufre dans l'hydrogène. Traité par les alcalis, ce sulfure donnait un oxysulfure vert. Enfin, le dernier terme de l'action de l'hydrogène sulfuré sur le carbonate céreux semblait aussi être un oxysulfure.

» J'ai obtenu le sulfure de cérium en faisant passer sur l'oxyde céroso-cérique, contenu dans une nacelle de charbon et chauffé dans un tube de porcelaine, un courant d'acide sulfhydrique bien sec. La réaction commence à une température inférieure à celle de la fusion du verre. On peut très bien remplacer la nacelle de charbon par une nacelle de porcelaine, sans qu'il se forme d'oxysulfure.

» Le sulfure ainsi préparé constitue une masse poreuse, d'une couleur variant du rouge vermillon au noir, suivant la température à laquelle on a opéré. Sa densité est environ 5,1. Il semble infusible : après l'avoir chauffé au blanc dans un creuset brasqué pendant plusieurs heures, on le retrouve au fond du creuset sous forme d'un culot noirâtre, concrétionné, mais ne présentant pas trace de fusion et donnant, lorsqu'on le pulvérise ou qu'on le raye seulement avec un corps dur, une poussière d'un beau rouge. Comme le premier sulfure de Mosander, il est inaltérable à l'air à la température ordinaire, mais brûle au-dessous du rouge. Sa combustion donne naissance à de l'acide sulfureux et à de l'oxyde céroso-cérique. L'eau ne le décompose qu'à la longue et à chaud. Les acides les plus étendus, même l'acide acétique, le dissolvent facilement avec dégagement d'hydrogène sulfuré et sans dépôt de soufre. Son analyse conduit exactement à la formule CeS, en prenant pour équivalent du cérium $Ce = 47$, ou Ce^2S^3, avec $Ce = 141$.

» Dans le but de préparer ce sulfure cristallisé, j'ai essayé de le dissoudre dans un sulfure alcalin, soit en chauffant directement le mélange des deux sulfures, soit en ajoutant à l'oxyde céroso-cérique employé dans la préparation indiquée plus haut du sulfate de soude ou du sulfate de potasse. On n'obtient ainsi qu'une matière à demi fondue, translucide, de couleur variable, décomposable par l'eau. Il se forme alors, quand le sulfure employé est le sulfure de sodium, une liqueur verdâtre, semblable à celle que donne un mélange de sulfure de fer et de sulfure de sodium.

» C'est en faisant passer de l'hydrogène sulfuré sec sur un mélange de chlorure de cérium anhydre et de sel marin, maintenu en fusion dans une nacelle de charbon, que j'ai pu obtenir le sulfure de cérium cristallisé. Il se dégage de l'acide chlorhydrique; le chlorure se transforme rapidement

en sulfure, qui se dissout dans un excès de chlorure et surtout dans le sel marin. En traitant la masse refroidie par l'eau, on isole des cristaux rouges et translucides de sulfure de cérium.

» Je n'ai pu reproduire jusqu'ici l'oxysulfure de cérium.

» Le sulfure de lanthane obtenu dans les mêmes conditions constitue une matière analogue au sulfure de cérium. Il n'en diffère que par sa couleur jaune et une plus facile décomposition par l'eau.

» En s'appuyant sur la chaleur spécifique des métaux de la cérite, on a été conduit à considérer leur oxyde inférieur comme appartenant au groupe des sesquioxydes. On voit, au contraire, que la facilité avec laquelle se forment les sulfures, leur stabilité en présence de l'eau, à la température ordinaire, l'action des acides faibles sur eux, les rapprochent des métaux du groupe du fer. Ce ne sont pas d'ailleurs les seules réactions chimiques qui différencient les oxydes inférieurs du groupe de la cérite des sesquioxydes tels que l'alumine et le sesquioxyde de fer.

» Je poursuis ces recherches de voie sèche et je ferai connaître prochainement d'autres composés cristallisés que j'ai obtenus en partant du chlorure anhydre de cérium [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle réaction de la digitaline* [2]. Note de M. **Ph. Lafon**, présentée par M. Vulpian.

« I. Il est assez difficile, comme on sait, de caractériser la digitaline : les réactions colorées, indiquées par les auteurs, sont souvent peu nettes et peuvent varier avec la provenance des échantillons sur lesquels on opère. Voici une nouvelle réaction très sensible, et qui permettra, je crois, de différencier, plus nettement qu'on n'a pu le faire jusqu'ici, les nombreux produits employés en thérapeutique sous le nom de *digitaline*.

» Si l'on traite une trace de digitaline par un mélange d'acide sulfurique et d'alcool (acide sulfurique pur 1 partie, alcool 1 partie) et si l'on ajoute à ce mélange une goutte de perchlorure de fer, on voit apparaître une belle coloration bleu verdâtre; cette coloration persiste pendant plusieurs heures. Voici les conditions les plus favorables pour obtenir la réaction : opérer sur une très faible quantité de digitaline, humecter la substance

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de l'École Normale supérieure.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Toxicologie.

avec une très petite quantité du mélange d'acide sulfurique et d'alcool et chauffer légèrement jusqu'à apparition d'une teinte jaunâtre; ajouter enfin une goutte de perchlorure de fer étendu. La réaction s'accentue souvent avec le temps et par le refroidissement.

» La réaction est très intense lorsqu'on opère sur $0^{gr},001$ de matière, très évidente encore avec $\frac{1}{10}$ de milligramme.

» II. En essayant cette réaction sur diverses sortes de digitaline, j'ai observé que ce phénomène de coloration se produit également bien avec les échantillons suivants :

» 1° Digitaline cristallisée (Nativelle).

» 2° Digitaline cristallisée (Duquesnel).

» 3° Digitaline cristallisée (Mialhe).

» 4° Digitaline chloroformique du Codex (Homolle et Quévenne).

» 5° Digitaline amorphe du codex (Duquesnel).

» La réaction a été toujours au contraire négative avec certains produits étrangers, notamment avec deux échantillons de digitaline de Merck (Darmstadt), l'un étiqueté *Digitaline cristallisée*, l'autre *Digitaline pure pulvérisée*.

» III. Ce phénomène de coloration est propre à la digitaline. Nous avons en effet essayé la réaction sur tous les alcaloïdes et glucosides généralement usités en thérapeutique (quinine, strychnine, brucine, vératrine, cantharidine, caféine, santonine, morphine, codéine, narcéine, cocaïne, aconitine, etc., etc.), nous n'avons jamais obtenu une coloration qui de près ou de loin pût être confondue avec celle que donne la digitaline. On sait que la morphine en présence du perchlorure de fer produit une coloration du même genre, mais que cette réaction n'a lieu qu'en solution sensiblement neutre. Dans les conditions où nous expérimentons, c'est-à-dire dans un milieu très acide, la morphine n'est pas colorée par le perchlorure de fer.

» La digitine de M. Nativelle, produit cristallisé, sans amertume, non vénéneux, insoluble dans le chloroforme, ne donne pas cette coloration.

» La digitaléine, qui est, selon M. Nativelle, un mélange complexe, incomplètement privé de digitaline, se colore faiblement.

» IV. Ce nouveau réactif établit donc une distinction très nette entre les digitalines d'origine française et celles d'origine allemande.

» Les réactions colorées fournies avec l'acide chlorhydrique concentré et l'acide sulfurique présentent également, avec ces divers produits, des différences assez marquées.

I. — *Action de l'acide chlorhydrique concentré.*

1° Digitaline cristallisée (Nativelle)....	Coloration verte.
2° Digitaline cristallisée (Duquesnel)..	»
3° Digitaline cristallisée (Mialhe).....	»
4° Digitaline cristallisée (Merck)......	Point de coloration.

II. — *Action de l'acide sulfurique concentré.*

1° Digitaline cristallisée (Nativelle)....	Coloration brun noirâtre.
2° Digitaline cristallisée (Duquesnel)...	»
3° Digitaline cristallisée (Mialhe).....	»
4° Digitaline cristallisée (Merck).....	Coloration d'un beau rouge.

» La digitine de M. Nativelle se colore également en rouge, sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, surtout à chaud.

» Les solubilités dans le chloroforme sont également différentes; voici des chiffres approximatifs indiquant les solubilités.

» 1° Digitaline Nativelle : 100^{cc} de chloroforme dissolvent 20^{gr} de digitaline (le résidu chloroformique présente une blancheur remarquable; à l'œil nu on distingue des cristaux de digitaline; ce produit nous semble le plus pur de tous ceux que nous avons eus entre les mains).

» 2° Digitaline Duquesnel : 100^{cc} de chloroforme dissolvent 16^{gr} de digitaline.

» 3° Digitaline Merck, de Darmstadt : 100^{cc} de chloroforme dissolvent $0^{gr},16$ de digitaline.

» Rappelons qu'au point de vue physiologique les différences entre ces produits ne sont pas moins tranchées, ainsi que MM. Laborde et Duquesnel [1] viennent de le démontrer dans un récent travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aseptol (acide orthoxyphénylsulfureux).* Note de M. E. Serrant.

« Après avoir étudié l'acide orthoxyphénylsulfureux au point de vue chimique, physiologique et thérapeutique, j'ai songé à lui donner la dénomination pratique d'*aseptol* (de ἀ privatif et de σηπτόν, pourriture).

» L'aseptol est un corps bien défini, analogue à l'acide salicylique au-

---

[1] *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 7 novembre 1884 et 14 novembre 1884 : *La digitaline des hôpitaux de Paris.*

quel il est parallèle comme structure moléculaire. Sa formule est

$$C^6H^4OH^{(1)}SO^2OH^{(2)},$$

celle de l'acide salicylique étant

$$C^6H^4OH^{(1)}COOH^{(2)}.$$

» Le radical sulfuryle SO^2 remplace pour l'aseptol le radical carbonyle CO de l'acide salicylique.

» L'aseptol se présente sous la forme d'un liquide sirupeux de couleur rose ou rougeâtre, d'une densité de 1400; il a une légère odeur spéciale, mais non désagréable, comme celle de l'acide phénique. Soluble en toute proportion dans l'eau, il cristallise à 8° et distille à 130°.

» Avec le perchlorure de fer, l'aseptol donne la coloration violette caractéristique, la même qui se développe avec l'acide salicylique. Fondu avec de la potasse, il donne de la pyrocatéchine, de la résorcine et de l'hydroquinone.

» Les propriétés antiseptiques, antiputrides et antifermentescibles de l'aseptol sont extrêmement remarquables. Du reste, c'est un phénol *acide;* et c'est précisément cette acidité, jointe à son extrême solubilité, qui lui permet de saturer les bases ammoniacales faisant toujours partie des ferments.

» L'aseptol possède une supériorité très réelle sur l'acide phénique, qui a cependant rendu des services en chirurgie et en médecine. Il y a d'abord sa grande solubilité dans l'eau, puis son peu de causticité et sa toxicité presque nulle : on peut, en effet, faire absorber à l'intérieur des doses considérables d'aseptol ou acide orthoxyphénylsulfureux sans le moindre inconvénient, tandis que l'acide phénique, à des doses trois fois moindres, occasionne les plus graves accidents.

» Quant aux propriétés antiseptiques de l'aseptol, lesquelles sont faciles à contrôler, on les trouve trois fois supérieures à celles de l'acide phénique. L'aseptol est donc un antiseptique *pratique* à tous les points de vue. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique élective.* Deuxième Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. Paul Bert.

« La fermentation élective pouvant être modifiée, comme je l'ai établi [1], par des variations dans la température et la concentration des sucres dis-

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 2 juin 1885.

sous, ainsi que par la présence de l'alcool qui est le produit principal de la réaction, rappelle un grand nombre de phénomènes physiques et chimiques, qui varient sous des influences analogues.

» Aussi est-on tenté *a priori* de chercher quel peut être, dans la fermentation, celui de ces phénomènes auquel on pourrait rapporter l'élection.

» Les sucres en dissolution ne subissent pas la décomposition à l'extérieur de la cellule de levure. Ils traversent d'abord la membrane cellulaire, et c'est vraisemblablement au contact du protoplasma que se produit la fermentation.

» On se trouve donc en présence de cette alternative : ou bien les sucres mélangés traversent la membrane avec une vitesse particulière à chacun d'eux, et ce seul fait entièrement physique, phénomène de dialyse, rendrait compte de l'élection; ou bien il faut admettre que l'élection se produit postérieurement au passage des sucres, c'est-à-dire dans le courant de la fermentation elle-même.

» La première de ces hypothèses a été examinée en étudiant la dialyse d'un mélange de deux sucres, et plus particulièrement d'un mélange de lévulose et de maltose.

» A cet effet, et pour me rapprocher autant que possible de la fermentation dans laquelle les sucres sont consommés au fur et à mesure de leur pénétration dans la cellule, j'ai disposé des morceaux de papier parchemin plissés en manière de filtre sur des entonnoirs en verre, à tube très allongé. Le papier dépassait l'entonnoir de $0^{m},02$ environ. Le dialyseur ainsi construit était rempli de la solution à dialyser, puis placé dans un bocal assez profond et contenant de l'eau en assez grande quantité pour que celle-ci vînt passer par-dessus l'entonnoir et mouiller le papier dialyseur.

» De la sorte, le liquide dialysé, étant plus lourd que l'eau, descendait au fond du bocal et était constamment remplacé par de l'eau pure.

» Les recherches effectuées avec cet appareil ont donné les résultats suivants :

» 1° Lorsqu'on fait dialyser à la température ordinaire (20°) une solution de maltose et de lévulose renfermant 2 pour 100 de chacun des sucres, le lévulose traverse le papier parchemin plus rapidement que le maltose.

» 2° L'inégalité dans les poids de chacun des sucres qui passent à travers le papier parchemin varie avec la dilution. Ainsi, pour une solution renfermant 2^{gr} de maltose et 1^{gr} de lévulose pour 100, il passe dans l'unité de temps plus de maltose que de lévulose à travers le dialyseur.

» Ces deux premiers résultats sont en parfaite concordance avec ce que j'ai publié sur la fermentation élective.

» 3° La dialyse d'un mélange des deux sucres, alcoolisé au milieu d'un liquide également alcoolisé, se fait moins vite que lorsqu'il n'y a pas d'alcool; mais la différence entre les poids de chacun des sucres qui passent dans le même temps n'est pas sensiblement changée.

» 4° Enfin une température élevée (40°) précipite la dialyse d'un mélange de maltose et de lévulose, mais n'accroît pas l'inégalité.

» Ces deux derniers résultats différencient la dialyse de l'élection.

» Tout ce qu'on peut conclure de ce qui précède, relativement à la fermentation élective, c'est que, s'il est admissible que la dialyse est quelquefois la cause de l'élection, il est certain que ce dernier phénomène est surtout en rapport avec l'acte principal, l'acte fermentaire, qui est exécuté postérieurement au passage à travers l'enveloppe.

» Mais ce deuxième point ne peut guère être examiné directement; il est difficile d'imaginer des expériences dans lesquelles l'effet fermentaire puisse être étudié en dehors de l'osmose cellulaire.

» Restait un dernier point à examiner : l'action de la levure s'exerçant sur les sucres isolés est-elle la même que lorsque les sucres sont mélangés?

» Voici une des expériences pour lesquelles cette question a été étudiée; elle donnera l'idée de la méthode qui a été suivie.

» On a fait deux solutions sucrées : l'une de lévulose à 2 pour 100; l'autre de glucose également à 2 pour 100. Ces deux solutions ont été additionnées en même temps de la même quantité de la même levure, et les deux fermentations sont restées à la température ordinaire. Les analyses ont été faites pour chacune des solutions au même moment.

» Le Tableau suivant résume les résultats observés :

	Fermentation du lévulose.		Fermentation du glucose.	
Durée.	Déviation.	Lévulose détruit.	Déviation.	Lévulose détruit.
9h	−3°.16′	367	+1°.26′	658
15	−2.46	619	+1. 4	1,002
22	−2.20	834	+0.44	1,314
36	−1.32	1,235	+0.18	1,720
58	−0.36	1,702	+0. 7	1,907

» On voit ici clairement que le glucose fermente plus vite que le lévu-

lose, et que la même inégalité dans la consommation des sucres se peut constater, que ces sucres fermentent isolément ou mélangés.

» D'autres essais ont été faits, qu'on imaginera facilement, pour comparer l'influence de la température, de la dilution et de l'alcool lorsque les sucres fermentent séparément, et l'on a retrouvé les influences du même ordre que celles qui avaient été observées dans la fermentation des sucres mélangés.

» La conclusion générale à tirer de cet ensemble de faits, c'est que l'expression *fermentation élective* doit être définitivement abandonnée.

» Le mot *élection* ne peut s'appliquer qu'à un agent actif, et la levure, l'agent actif de la fermentation, ne manifeste aucune préférence, puisqu'elle se conduit en présence des sucres séparés, comme elle fait en présence des sucres mélangés. Elle fournit une sorte de force aveugle qui ne distingue pas entre les matières fermentescibles. Celles-ci sont décomposées d'après des lois qui leur sont particulières, et, pour cette raison, le phénomène observé pour la première fois par Dubrunfaut sera convenablement défini en disant : les différents sucres fermentescibles sont caractérisés dans ce phénomène par une destructibilité ou mieux par une fermentescibilité alcoolique particulière à chacun d'eux; car on ne saurait tirer des faits qui ont été exposés de conclusion en ce qui concerne par exemple la fermentation lactique. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la queue de l'embryon humain.* Note de M. **H. Fol**, présentée par M. Robin.

« L'embryon humain présente-t-il jamais à l'extrémité postérieure de son corps quelque chose qui mérite le nom de *queue?* Cette question devait donner lieu à un débat qui ne pouvait manquer d'être vif, tant que l'on n'avait pas fait les distinctions nécessaires et que l'on ne s'était pas entendu sur la stricte définition des termes.

» Il y a lieu, tout d'abord, de distinguer les cas tératologiques et les phénomènes bien autrement importants de l'embryogénie normale qui vont nous occuper; puis il faut s'entendre sur la signification du mot *queue*. Ce terme est-il applicable à tout appendice conique ou cylindro-conique de l'extrémité postérieure du dos, quels que soient les tissus qui le constituent, ou bien faut-il le réserver à un organe contenant un prolongement de la colonne vertébrale? C'est cette dernière définition qui semble préva-

loir; un appendice dépourvu de vertèbres n'est plus une véritable queue, dans le sens anatomique du mot, mais un simple prolongement caudal.

» Dans les cas tératologiques décrits par MM. L. Gerlach, Bartels et Ornstein, l'appendice, tantôt filiforme, tantôt volumineux, ne contenait aucune vertèbre incontestable, et le nombre total de ces pièces osseuses ne dépassait pas le chiffre régulier de l'homme normal.

» En ce qui concerne de jeunes embryons, l'entente n'est pas possible si l'on ne détermine au préalable le point où commencent les vertèbres caudales. Faut-il placer la limite au point où la queue se détache du corps? ou faut-il se guider sur la position de l'anus? ou bien encore nommera-t-on *caudales* toutes les vertèbres situées en arrière du sacrum? C'est cette dernière manière de voir qui a prévalu en anatomie comparée, et l'on peut dire, à ce point de vue, que l'homme adulte possède une queue puisqu'il présente quatre ou cinq vertèbres coccygiennes, situées au delà du sacrum. Le minimum, sous ce rapport, est atteint par le Chimpanzé qui n'a que deux ou trois vertèbres coccygiennes.

» Si l'on voulait appliquer le nom de queue à la portion de la colonne vertébrale située en dehors du tronc, il faudrait reconnaître que, dès l'âge de trois semaines et jusqu'à celui de deux mois et au delà, l'embryon humain est muni de cet organe, car à cette époque les vertèbres coccygiennes occupent l'axe d'un appendice cylindro-conique très apparent et qui sort de l'extrémité postérieure du tronc. Si, avec M. His, on prend pour guide la position de l'anus, la queue sera moins longue, mais ne cessera pas d'être très apparente, surtout à l'âge de cinq à six semaines.

» Or on admet, comme absolument démontré, que cet appendice caudal de l'embryon humain ne contient jamais d'autres vertèbres que celles que l'on retrouve dans le coccyx de l'adulte. Ecker, qui donna avec conviction le nom de queue à l'extrémité postérieure de l'embryon humain, a déclaré qu'il n'y a jamais rencontré de vertèbres surnuméraires. Cet auteur a même étudié la queue, très bien formée, d'un embryon humain de 9^{mm}, et il décrit et figure toute la partie terminale comme constituée par un blastème informe. M. His y trouve cependant un prolongement de la corde dorsale et de la moelle épinière, mais point de segmentation. L'un et l'autre admettent qu'au delà de la 33e ou 34e vertèbre il n'y a plus aucune pièce du squelette.

» Sur ce point capital, mes recherches m'ont amené à un résultat diamétralement opposé à celui de mes devanciers. L'erreur de M. His provient de ce que les embryons les plus âgés dont il ait fait la reconstruction,

ceux de 7^{mm} et une fraction, ont précisément 34 myomères, c'est-à-dire 33 vertèbres, et il admet, sans autre preuve, qu'il s'agit déjà de l'état définitif.

» J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un résumé de mon étude anatomique d'un embryon humain de 5^{mm} et 6 dixièmes, c'est-à-dire de 25 jours. Cet embryon n'avait encore que 33 somites, ce qui représente 32 vertèbres. Il y a donc une augmentation de nombre pendant la quatrième semaine. Ce fait m'engagea à rechercher si ce nombre n'irait peut-être pas encore en augmentant pendant la cinquième semaine et mon attente ne fut pas trompée ! L'embryon humain de 9^{mm} à 10^{mm}, âge où la queue atteint son maximum de proéminence, *possède un nombre de vertèbres supérieur à celui de l'adulte.*

» Deux embryons, du plus bel aspect et parfaitement frais au moment où ils me furent remis, ont été photographiés et puis ensuite traités et mis en coupes. Les séries de tranches sont irréprochables, et l'une des deux, comprenant 320 sections, a été tout entière dessinée à la chambre claire avec le plus grand soin. En comparant ces 320 dessins, il est facile de compter, sans aucune chance d'erreur : 1° les ganglions rachidiens; 2° les myomères; 3° les cartilages naissants des corps des vertèbres. Ces trois numérations se contrôlent et se confirment mutuellement, puisqu'elles donnent toutes trois le même résultat : l'*embryon humain de* 8^{mm} *à* 9^{mm} *a* 38 *vertèbres.*

» Ce résultat est confirmé encore par l'examen des photographies des pièces fraîches, car on y distingue facilement 35 myomères et, de plus, une région occupant le quart externe de la queue, où les limites ne sont plus visibles à travers la peau. Or les coupes nous apprennent que, dans ce dernier quart, contrairement à l'opinion de Ecker et de M. His, le mésoderme est divisé avec la plus grande netteté en une double rangée de somites qui s'étend jusqu'à la dernière extrémité de la queue, tout en présentant, il est vrai, des dimensions régulièrement décroissantes, jusqu'au 38e somite qui ne mesure plus que 37 microns de diamètre.

» Ce fait n'a rien de tératologique; il est pleinement confirmé par plusieurs autres embryons que je possède, tous parfaitement normaux et d'âges un peu différents.

» A l'exception des deux dernières, toutes les vertèbres caudales ont un blastème de corps cartilagineux semblable, sauf pour les dimensions, à celui de toute autre vertèbre de la série. Les deux dernières ne sont plus indiquées que par des myomères, parfaitement distincts du reste. L'extré-

mité même de la queue est formée par la terminaison du tube médullaire, recouverte seulement par la peau. La corde dorsale s'étend aussi jusque tout près de cette extrémité.

» Les dernières vertèbres caudales n'ont qu'une existence très éphémère; déjà sur des embryons de 12^{mm}, c'est-à-dire de six semaines, la trente-huitième, la trente septième et la trente-sixième vertèbre se confondent en une seule masse, et la trente-cinquième elle-même n'a plus des limites parfaitement nettes. Un embryon de 19^{mm} n'a plus que trente-quatre vertèbres, la trente-quatrième résultant évidemment de la fusion des quatre dernières ; à ce moment, la queue dans son ensemble est déjà beaucoup moins proéminente.

» Il résulte de ces faits que l'embryon humain, pendant la cinquième et la sixième semaine de son développement, est muni d'une queue incontestable régulièrement conique, allongée et qui mérite sous tous les rapports le nom que je lui donne. Cet organe, évidemment dépourvu de toute utilité physiologique, doit être classé au nombre des organes représentatifs. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de développement naturel de la Cantharide.* Note de M. H. **Beauregard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Après trois ans de recherches, j'ai la satisfaction de pouvoir présenter à l'Académie la solution d'une question restée jusqu'ici mystérieuse.

» On avait vainement cherché où se développait la Cantharide (*C. vesicatoria*), et d'où sortaient ces masses serrées d'insectes, qui, chaque année, s'abattent sur les frênes et les dépouillent totalement de leurs feuilles.

» Quand, dans le cours du travail que j'ai entrepris sur la tribu des Insectes vésicants, j'arrivai à la question du développement de la Cantharide, M. Lichtenstein, de Montpellier, avait réussi, par des éducations artificielles, à démontrer que la Cantharide subit les diverses phases de l'*hypermétamorphose*, et que ses larves vivent de miel.

» Comme il n'avait été publié que des descriptions fort succinctes, et non accompagnées de figures, des divers états de l'insecte, je dus reprendre moi-même ces éducations artificielles. Mes essais réussirent. J'entrepris alors de faire des fouilles, dans le but de recueillir la pseudo-chrysalide, forme sous laquelle la Cantharide hiverne.

» Je trouvai d'abord des pseudo-chrysalides, très semblables à celles que je cherchais, mais qui me donnèrent, après éclosion, le *Cerocoma Schreberi*,

insecte vésicant, dont le mode d'évolution était d'ailleurs inconnu. J'ai eu l'honneur de communiquer ces résultats à l'Académie, dans sa séance du 21 juillet 1884.

» A la fin de la même année, dans les premiers jours de décembre, je pus entreprendre, grâce à la libéralité du Conseil municipal, un nouveau voyage dans les départements de Vaucluse et du Gard.

» Je retournai à Aramon, où j'avais trouvé le Cerocome. J'y étais attiré par l'abondance exceptionnelle des Cantharides. Cette localité est voisine d'Avignon. Des buttes de sable, exploitées il y a quelques années, puis abandonnées, sont hantées par de nombreux Hyménoptères et constituent un excellent terrain d'études.

» Dans la même butte où j'avais trouvé le *Cerocoma*, je pus recueillir, à une profondeur de plus de 1^m dans la paroi, des pseudo-chrysalides de grande taille, de couleur jaune paille, que je notai sur mon livre d'observations comme se rapprochant par leurs divers caractères de celles que j'avais obtenues dans mes éducations artificielles. Ces pseudo-chrysalides furent trouvées, au milieu d'une quantité innombrable de cellules d'un Hyménoptère que j'ai pu déterminer, le *Colletes signata*, et au voisinage de cellules trois ou quatre fois plus grandes, d'une autre espèce de *Colletes*, dont je n'ai pas encore obtenu l'éclosion.

» De retour à Paris, avec mon butin, j'eus le désagrément de voir un certain nombre de mes pseudo-chrysalides se flétrir peu à peu, si bien qu'au mois de mai il ne m'en restait que deux en bon état. A cette époque, aucun changement appréciable n'était survenu, lorsque, le 12 mai, le tégument de l'une de mes pseudo-chrysalides se fendit sur le dos, et j'en vis sortir une larve (troisième larve des insectes vésicants) qui, après trois ou quatre jours d'activité, tomba dans une torpeur complète. Le 26 mai, ma larve se transforma en nymphe; je pus alors, aux caractères des antennes, de la tête et du corselet, m'assurer que, pour cette fois, je n'étais pas en présence du Cérocome, et mon anxiété devint extrême. Je la comparai aux nymphes de Cantharides que j'avais conservées lors de mes éducations artificielles; il ne me parut exister aucune différence entre les deux formes. Voici les modifications successives que j'observai :

» Les yeux prennent une teinte brune, puis noire; peu à peu les mandibules se colorent; une très légère teinte irisée se montre sur la tête, puis sur le corselet. Le 5 juin, le front et les articulations des pattes sont colorées en brun. Bientôt, la haute température de ces derniers jours aidant, la transformation est complète; à la coloration irisée a fait place

une teinte brune, puis verte, et je me trouve en présence de la Cantharide. L'individu est un mâle.

» En résumé, j'ai trouvé la Cantharide au milieu des cellules de divers *Colletes*. Elle vit donc à l'état larvaire aux dépens de ces Hyménoptères.

» Plusieurs réflexions méritent de prendre place ici à ce sujet :

» 1° Les pseudo-chrysalides que j'ai trouvées en assez grand nombre (¹) n'étaient pas renfermées dans les cellules des Hyménoptères, mais gisaient au voisinage, dans le sable. Mes éducations me donnent la raison de ce fait : toujours, en effet, j'ai vu, et M. Lichtenstein l'avait également signalé, que la deuxième larve de la Cantharide, après avoir épuisé sa provision de miel, s'enfonce dans le sol pour s'y transformer en pseudo-chrysalide. Les choses se passent dans la nature comme dans mes tubes d'expériences, et je trouve la pseudo-chrysalide au milieu du sable, plus ou moins loin de la cellule dans laquelle la larve a vécu en parasite. C'est là un trait distinctif qui appartient aussi au Cérocome et qui constitue un caractère différenciel important relativement au mode de développement des Sitaris et Stenoria. Ces derniers restent jusqu'à la fin de leur évolution dans les cellules dont ils ont pris possession, et c'est dans ces cellules qu'on retrouve leurs pseudo-chrysalides. Les larves de la Cantharide, comme celles du Cérocome, sont assez puissamment armées pour qu'on s'explique sans peine comment, après avoir épuisé la provision de miel, elles arrivent à perforer la paroi très mince des cellules de *Colletes* pour s'enfouir dans le sable.

» 2° Je crois devoir répéter, au sujet de la Cantharide, ce que j'ai dit du Cérocome. J'ai trouvé la pseudo-chrysalide de la Cantharide au milieu des cellules de *Colletes*, mais je pense que ces Hyménoptères ne sont pas seuls capables de nourrir les larves parasites. Les divers Hyménoptères souterrains qui offrent à leurs larves un miel pâteux doivent assez indistinctement être les hôtes de ces parasites, et j'en ai pour preuve les éducations artificielles. M. Lichtenstein était parvenu à élever les larves de Cantharide en les nourissant de miel de *Ceratina*. J'ai également réussi au moyen du miel d'une espèce de *Mégachile* et de celui de l'*Osmia tridentata*.

3° Enfin il me paraît probable, étant donné le volume relativement peu considérable des cellules du *Colletes signata*, que la Cantharide doit, pour arriver au terme de son développement, user du miel de plusieurs cellules.

(¹) Je tiens, à ce sujet, à remercier bien vivement mon ami, M. Nicolas, d'Avignon, qui m'a apporté son aide dévouée dans toutes ces circonstances.

On comprend qu'il en puisse être ainsi quand on connaît la voracité avec laquelle les larves de cet insecte dévorent le miel et l'activité qu'elles déploient.

» En terminant, je noterai une expérience que j'ai faite dans le but de détruire une fois pour toutes l'idée émise par Neutwich, qui prétend que le pouvoir vésicant des Cantharides ne se développe qu'après l'accouplement. J'ai déjà démontré que la cantharidine a son lieu d'élection dans les organes génitaux; j'ai profité de l'occasion qui m'était offerte d'étudier l'action de ces organes, avec toute certitude qu'il n'y avait pas eu accouplement, puisque l'insecte était arrivé sous mes yeux à l'état parfait; j'ai donc prélevé, le 7 juin, à 11^{h} du matin, les organes génitaux de l'insecte et je les ai appliqués directement sur l'avant-bras, suivant la méthode que j'ai déjà indiquée. Le soir à 5^{h} l'appareil fut enlevé, et bientôt une vésicule considérable se développa.

» Cette expérience ne peut donc laisser aucun doute sur l'erreur commise par Neutwich. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Extraction et composition des gaz contenus dans les feuilles aériennes.* Note de MM. N. **Gréhant** et **Peyrou**.

« L'étude des phénomènes de respiration ou de nutrition qui se passent dans les feuilles a déjà donné lieu à un grand nombre de travaux. Tout récemment, MM. Dehérain et Maquenne ont placé des feuilles dans un tube fermé mis en communication avec une trompe à mercure, ont extrait de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'azote et ont cherché les modifications qu'un volume donné d'air pur, introduit autour des feuilles, présente au bout d'un certain temps. MM. Bonnier et Mangin se sont occupés de la même question et, par un autre procédé, sont arrivés à des résultats qui diffèrent de ceux de MM. Dehérain et Maquenne. Nous avons pensé que l'extraction, faite aussi complètement que possible, des gaz qui existent dans les lacunes et dans le parenchyme des feuilles, dont nous nous occupons depuis quelque temps, pourrait peut-être élucider cette question difficile.

» Nous avons appliqué à l'extraction des gaz des feuilles une pompe à mercure munie d'un récipient spécial, appareil qui diffère peu de celui que l'un de nous a depuis longtemps fait connaître et qui est généralement employé dans les laboratoires de Physiologie pour l'extraction des gaz du sang. Le récipient, formé d'un long tube enveloppé d'un manchon réfrigé-

rant, est terminé par une allonge courbe de la contenance de 1^{lit} environ dont l'ouverture peut être fermée avec un bouchon de caoutchouc. On soulève le récipient au-dessus de l'horizon pour que l'allonge soit maintenue verticalement, on fait bouillir dans une capsule de porcelaine 3^{lit} d'eau distillée pendant une demi-heure, et l'on conduit l'eau à travers un long tube de cuivre très étroit enveloppé d'un manchon d'eau froide, tube qui, plongeant dans l'eau bouillante par un bout, est uni par l'autre bout avec le robinet de la pompe à mercure. On fait manœuvrer celle-ci pour aspirer l'eau privée de gaz et pour l'introduire après refroidissement dans la chambre barométrique, puis dans le récipient, jusqu'à ce que l'eau se déverse à la partie supérieure de l'allonge. C'est dans ce milieu complètement privé de gaz que nous immergeons successivement de 50^{gr} à 100^{gr} de feuilles, aussitôt qu'elles ont été détachées de l'arbre; nous fermons le récipient, nous extrayons une partie de l'eau avec la pompe, et nous renversons le récipient dans un bain d'eau à 50°, pour recueillir d'abord les gaz dans une cloche pleine de mercure; puis nous chauffons à 100°, et nous obtenons encore des gaz qui sont reçus dans une deuxième cloche.

» Les gaz sont analysés, la potasse absorbe l'acide carbonique; pour déterminer avec beaucoup d'exactitude l'oxygène, nous ajoutons de l'hydrogène et du gaz de la pile dans l'eudiomètre à eau; nous donnons sous forme de Tableau les résultats qui ont été obtenus.

100^{gr} de feuilles ont donné :

État du temps.	Nom de la plante.	Gaz obtenu à 50°. Acide carbonique.			Proportion d'oxygène dans le mélange d'azote et oxygène.	Gaz obtenu à 100°. Acide carbonique.		
		Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.		Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.
		cc	cc	cc	pour 100			
	Tilleul.......	30,7	0,78	19,8	3,8			
Temps couvert	Perce-neige...	6,65	4,6	26,9	14,6	10,1	trace	0,2
Soleil	Perce-neige...	7,1	3,5	26,2	11,8	12,8	trace	0,3
Soleil	Perce-neige...	8,5	2,66	27,2	8,9	10,9	0	0,3
Soleil	Platane......	30,8	0,16	16,2	1	6,6	0	trace
Soleil	Lilas........	20,1	0,25	23,2	1,1	68,4	trace	0,3
Soleil	Lilas........	29	0,33	24,3	1,3	85,9	trace	0,2

» En examinant ces résultats, ce qui frappe surtout l'attention, c'est que les gaz extraits des feuilles à 50° renferment toujours beaucoup moins d'oxygène que l'air atmosphérique et contiennent une grande proportion

d'acide carbonique, tandis qu'à 100° on retire encore beaucoup d'acide carbonique, peu d'azote, une trace ou point d'oxygène.

» Nos recherches ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. le professeur Rouget. »

M. A. **Milne-Edwards** présente, de la part de M. l'abbé *Fr. Castracane degli Antelminelli,* un Mémoire intitulé : « Nuove osservazioni sulla profondità cui giunge la vegetazione delle Diatomee nel mare ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juin 1885.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1884, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; T. XXX, Ire et IIe Parties. (Nouvelle série.) Paris, Imp. nationale, 1885; 2 vol. in-4°.

Encyclopédie des travaux publics. Ponts métalliques; par Jean Resal. Paris, Baudry et Cie, 1885; in-8°. (Présenté par M. Lalanne.)

Sur quelques conséquences de la formule de Green et sur la théorie du potentiel; par M. Ph. Gilbert. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°. (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*) (Présenté par M. Resal.)

Théorie du parallélogramme de Watt; par M. Ordinaire de Lacolonge. Bordeaux, Imp. Gounouilhou, 1885; in-8°. (Présenté par M. Tresca.)

Annales de la Société académique de Nantes, 1884. Nantes, imp. Mellinet, 1885; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences naturelles et archéologiques de la Creuse, t. V. 3e Bulletin. Guéret, Imp. Amiault, 1885; in-8°.

Les accidents de l'organisme et leurs soins. Les Andes. Observations médicales;

par le Dr L.-A. PAOLI. Paris, Doin, 1884; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Études étiologiques sur les foyers cholériques de l'Ardèche; par M. L. BOUVERET. Lyon, imp. Mégret, 1885; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Ueber Gewitter- und Hagelbildung. — Nachträge zu dem Artikel über Gewitter- und Hagelbildung; von Dr P. ANDRIES. Sans lieu ni date; 2 br. in-8°. (Présenté par M. Faye, dans la séance du 4 mai 1885, pour le concours Bordin (Électricité de l'atmosphère.)

Fenomenos osmoticos. Trabajo leido en la Sociedad Andres del Rio por el socio AGUSTIN M. CHAVEZ. Mexico, tipog. Mata, 1885; in-12°. (Cinq exemplaires, dont un relié.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUIN 1885.

PRESIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Photographie de Cartes célestes dans la Voie lactée par MM.* Paul *et* Prosper Henry, *de l'observatoire de Paris.* Note de M. **Mouchez.**

« Le nouvel appareil de photographie céleste de MM. Henry est entièrement terminé depuis quelques jours, et nous avons pu profiter du beau temps actuel pour obtenir de magnifiques photographies dans la Voie lactée.

» Dans le cliché présenté aujourd'hui à l'Académie, on peut compter 5000 étoiles environ de la 6e à la 15e grandeur, comprises dans une étendue de 2° 15′ en ascension droite et 3° en déclinaison.

» Pour répondre à la juste objection de M. Fizeau sur la possibilité de confondre des accidents de la plaque avec des étoiles, il a été fait trois poses successives d'une heure chacune en faisant chaque fois mouvoir la lunette de 5″. Chaque étoile est donc représentée trois fois, formant un petit triangle de 5″ de côté.

» Pendant trois heures consécutives, l'astronome a dû conserver l'œil et la main à la lunette pour la maintenir rigoureusement fixée sur ce même point du ciel.

» Avec un microscope grossissant vingt ou trente fois, tous les détails de cette photographie ressortent avec une grande netteté.

» Ce résultat très remarquable fait disparaître les derniers doutes qu'on pouvait conserver sur la possibilité d'entreprendre aujourd'hui la Carte de toute la voûte céleste, en y introduisant à très peu près toutes les étoiles visibles avec les plus forts instruments. A l'aide de semblables clichés, l'astronome pourra continuer à explorer et à étudier le ciel dans son cabinet, avec un simple microscope, quand le temps couvert ne lui permettra pas d'observer.

» Pour représenter les 41 000° superficiels de la voûte céleste, il faudrait 6000 clichés semblables formant 1500 de nos Cartes écliptiques.

» En admettant que six ou huit observatoires bien situés dans les deux hémisphères s'entendissent pour entreprendre ce travail, et que chacun d'eux fît 150 ou 200 clichés par an, *une Carte complète du ciel, contenant plus de vingt millions d'étoiles jusqu'à la 14e et la 15e grandeur, pourrait être exécutée en moins de cinq à six ans.*

» Ce serait certainement l'œuvre astronomique la plus considérable et la plus importante qui aurait jamais été exécutée, et qui léguerait aux astronomes de l'avenir un état très exact du Ciel à la fin du XIXe siècle, sans erreur ni omission possibles.

» L'observatoire de Paris est prêt à entreprendre sa part de ce travail avec le grand appareil photographique de 0,34 d'ouverture, que viennent de construire MM. Henry et Gautier. Nous allons l'utiliser, en attendant, à continuer la Carte écliptique. »

HISTOIRE NATURELLE. — *La connaissance des flores et des faunes dans ses applications à la Géographie et à l'histoire du globe.* Note de M. **Émile Blanchard.**

« Les données générales qui viennent d'être exposées [1] doivent préparer aux plus fécondes applications à la Géographie physique; elles doivent conduire à éclairer du jour le plus vif une période de l'histoire de la Terre. Par la comparaison, l'ensemble de la flore et de la faune des différentes

(1) *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 1430.

contrées fait jaillir des clartés sur les conditions et sur les aspects de la vie en chaque pays. Confinées dans une région plus ou moins vaste, des formes bien définies, représentées par des espèces souvent nombreuses, parfois très voisines les unes des autres, impriment à cette région sa physionomie, son caractère. Ne remarque-t-on pas dans nos environs ces oiseaux du groupe des Fauvettes ou du groupe des Moineaux dont la conformation diffère à peine? chaque espèce, néanmoins, dotée de quelques signes propres dans son apparence physique, dans ses habitudes et dans ses aptitudes, demeurant et multipliant à côté de ses congénères dans un réel isolement. N'observe-t-on pas également ces Lépidoptères du genre Vanesse partout répandus? ces Vanesses, si connues de tout le monde sous les noms de *Paon de jour*, de *Vulcain*, de *petite Tortue*, dont les chenilles se nourrissent toutes du feuillage des Orties; jamais il n'y eut d'union parmi les diverses espèces.

» Entre les continents, entre les différentes parties de chaque continent, se montrent, dans la nature vivante, des analogies et des dissemblances qu'il est d'un grand intérêt de faire ressortir. Il est déjà de connaissance presque vulgaire que les Oiseaux-Mouches n'habitent que les parties les plus chaudes de l'Amérique, tandis que les Souimangas ou Sucriers, leurs rivaux par la parure, n'existent que sous les plus beaux climats de l'Afrique et de l'Asie; que les Tétras sont en Europe; les Faisans en Asie, les Pintades en Afrique et les Hoccos en Amérique; que les Hippopotames et les Oryctéropes sont en Afrique, les vrais Pangolins en Asie, les Fourmiliers et les Tatous en Amérique; que les Kangourous et les Ornithorhynques sont particuliers à l'Australie.

» Les petits animaux, surtout les Insectes, par le nombre considérable et la diversité extrême des formes typiques, accroissent dans des proportions inouïes les ressources du géographe pour distinguer entre des régions séparées ou limitrophes. Dans le règne animal comme dans le règne végétal, il y a en abondance des genres qui signalent tout de suite le pays d'origine; des espèces qui accusent des rapports de voisinage ou de climat entre certaines contrées, des variétés locales qui trahissent des influences spéciales en divers endroits.

» Des familles entières de végétaux et d'animaux et une infinité de genres très particuliers étant représentés sur des territoires, à l'exclusion absolue de toute autre partie du globe, marquent ces territoires d'un signe lumineux. Si, comme il est fréquent, on compte dans ces familles et dans ces genres de nombreuses espèces, le caractère des pays en devient

plus manifeste. A une époque, à la vue des espèces d'un même genre, si voisines les unes des autres par l'organisation tout entière et ne différant entre elles que par des particularités d'ordre tout à fait secondaire, il me sembla que l'intérêt de connaître de nouvelles espèces se plaçant à côté de séries déjà bien connues était en réalité presque nul. Dès l'instant que je considérai les applications de l'Histoire naturelle à la géographie et à l'histoire du globe, c'est bien autrement que j'ai dû en juger. Aussi, suis-je contraint de répéter ici ce que j'écrivais dans un Ouvrage récent : En vérité, rien de la nature ne saurait être négligé sans perte pour la Science, sans préjudice pour l'esprit humain.

» Sur les continents, les formes de la vie sont à profusion; sur les îles même les plus grandes, on verra presque toujours les espèces moins nombreuses pour une égale superficie et l'on constatera un appauvrissement d'autant plus sensible que les îles seront plus petites, les conditions du climat étant cependant à peu près pareilles. Des îles peu éloignées d'un continent, offrant une même abondance de plantes et d'animaux, ce sera un premier indice que ces îles ont été autrefois unies à la terre ferme. On aura la preuve, si la plupart des espèces végétales et animales sont semblables et si la proportion des espèces insulaires est relativement assez faible. On aura l'évidence, s'il y a communauté entre des êtres attachés au sol par leur genre de vie et alors incapables de franchir une mer. Que par exception une île ait une flore et une faune très spéciales et, en même temps, d'une richesse comparable à celle qu'on admire dans les régions les plus favorisées par la nature, on aura de ce fait la certitude que cette île avait une plus grande extension dans les âges antérieurs. A l'égard de groupes d'îles, tels les archipels qui se succèdent à travers l'océan Pacifique, le jour où les recherches auront été suffisantes pour donner la connaissance exacte de la flore et de la faune sur tous les points, on saura déterminer d'une façon précise s'il n'existait pas, dans des temps reculés, des terres d'une étendue plus ou moins considérable qui ont été brisées, et comme émiettées par suite d'actions volcaniques. Que sur l'Océan dominent des îles écartées les unes des autres, ayant en majorité les mêmes plantes, les mêmes animaux et diverses formes très caractéristiques, on aura l'assurance que ces îles sont les sommets d'une terre engloutie sous les eaux. Si, au contraire, les types de la végétation et du monde animal sont autres, ressortira la preuve que dans la période géologique actuelle il n'y eut jamais d'union entre ces îles.

» Par des soulèvements du fond de la mer, des lignes de côtes et des îles

ont surgi à plusieurs époques. Au-dessus des eaux s'élèvent des espaces dus à l'accumulation de coraux, de mollusques, d'annélides, de zoophytes; lorsque des sédiments en ont couvert la surface, on y voit se développer une première végétation. Serait extrêmement instructive la connaissance parfaite de tout ce qui vit et multiplie en ces lieux. On sait déjà que la nature est pauvre en de tels parages, mais le degré de misère ou simplement de pauvreté suivant l'éloignement des grandes terres apprendrait si ces îles sont plus ou moins anciennes; car la vie, selon toute apparence, n'y est représentée que par des végétaux dont les semences ont échoué sur les rives et par de rares animaux que les hasards y ont transportés. Il est vraisemblable que sur ces îles ne se rencontre aucune espèce qui n'ait son centre ailleurs. Si l'on découvrait des espèces particulières, ce serait une indication; il faudrait rechercher si ces espèces n'ont pas vécu autrefois sur des terres dont la trace est perdue. On reconnaît que des portions d'un continent ou d'une grande île ont émergé dans l'âge moderne du monde; par exemple, le littoral de la Floride, principalement l'espace qui s'étend depuis le lac de Ogechobée jusqu'à la pointe de la péninsule. Des bancs de coraux s'élevant à la surface des eaux sont venus prolonger vers l'orient le territoire de l'Amérique du Nord. L'origine de cette formation coralliaire remonte, comme Louis Agassiz s'est efforcé de le prouver, à une longue suite de siècles. A mesure que la terre gagnait sur la mer, elle n'a pu se couvrir de végétation et se peupler d'animaux que par l'envahissement des espèces qui vivaient dans le voisinage. Aucune espèce propre au pays ne doit donc se trouver sur cette bande orientale de l'Amérique du Nord qu'on nomme la Floride. Si des espèces n'existant plus autre part s'y rencontraient, il faudrait en conclure que ces mêmes espèces ont été anéanties ou se sont éteintes dans leur patrie primitive.

» Pour être d'une application sûre, la connaissance des flores et des faunes doit être presque complète. Il convient, dans tous les cas, de se préoccuper des facultés plus ou moins grandes que possèdent des êtres pour se transporter à longue distance, des habitudes vagabondes ou sédentaires des animaux, de l'aptitude ou de l'inaptitude de différentes espèces à subir des changements de milieux. Les plantes aux graines pourvues d'aigrettes sont faites pour se répandre au loin, les graines incapables de voyager par le secours des vents pourront être entraînées par des courants, et parfois germer sur les plages où elles auront abordé. A considérer les animaux, combien paraissent plus saisissantes les circonstances qui attachent les uns aux lieux où ils sont nés, qui permettent aux autres de lointains voyages!

Des Insectes doués d'un vol soutenu, comme les Sauterelles et les Criquets, sont capables de franchir de vastes étendues. Des Lépidoptères, Papillons et Phalènes, au vol faible et saccadé, se maintiendront par hasard assez longtemps en l'air pour être jetés par la brise sur des terres bien éloignées de celles où ils sont éclos. Il y en aura peu toutefois qui assureront le sort de leur postérité en ces nouveaux parages.

» Les Oiseaux, en général, accomplissent aisément de grandes courses; mais, à cet égard, il y a beaucoup à compter avec les penchants propres à chaque type. Les êtres conformés pour la plus large dissémination sont la plupart, sans doute, ceux qui réussissent le mieux à vivre et à se propager sous divers climats. Du fait de leur séjour sur des terres séparées, on ne saurait inférer que ces terres se sont trouvées en communication pendant une période plus ou moins ancienne. Néanmoins, quand il s'agit de ces êtres capables de s'aventurer au-dessus des mers, comme certains Lépidoptères, comme beaucoup d'Oiseaux, il faudra encore les étudier dans leurs conditions biologiques, car la présence de ces animaux révélera, peut-être, l'existence dans un temps antérieur de passages qui ont cessé d'être franchissables pour ces mêmes animaux.

» Dans les études de répartition géographique, appliquée à l'histoire du globe, on devra donner une sérieuse attention aux Oiseaux incapables de voler; seulement, ces Oiseaux étant en petit nombre, on n'en tire que peu de témoignages. Quant aux Mammifères, on sait que la plupart d'entre eux ne sauraient traverser un bras de mer. Si les espèces rapides à la course peuvent se répandre sur un continent, lorsqu'elles supportent sans trouble le froid et la chaleur, les petites espèces, Insectes ou Rongeurs, cheminant d'ordinaire dans un étroit rayon, toujours prêtes à se blottir dans quelque refuge, offrent en général l'exemple d'une moindre dissémination. Le petit Mammifère insectivore sortant à peine d'une obscure retraite, reconnu sur un continent ou sur une très grande île et retrouvé sur une île plus ou moins éloignée, on se convaincra qu'il n'a pu s'y transporter.

» La Limace ou l'Escargot qui rampe sur la terre humide ne voyage qu'avec une extrême lenteur et se trouve comme emprisonné par les moindres obstacles.

» Le monde des Insectes est particulièrement instructif à cause de la multitude de ses représentants et à raison de l'indépendance de beaucoup d'entre eux. En tout pays, l'état de la nature convient à la vie de certaines espèces. Les Coléoptères les mieux doués sous le rapport de la locomotion ne sont guère enclins à parcourir de longs trajets. Une montagne, une

colline même les arrête, plus encore une étendue de mer. Les Coléoptères privés d'ailes, et ils sont nombreux, recherchent en général des refuges bien dissimulés. Quelle que soit la rapidité de leur course, ils ne s'écartent pas volontiers de leurs retraites et sont peu exposés à être entraînés loin de leur séjour habituel. Ces êtres qui échappent presque complètement à l'action des hommes et qui sont d'habitudes sédentaires feront souvent, mieux que tous les autres, la lumière sur des événements géologiques.

» Les mêmes espèces rencontrées sur différentes terres diront que ces terres ont été disjointes dans un temps plus ou moins reculé. Quelle considération également ne faut-il pas attribuer aux Poissons des eaux douces, ceux qui meurent dans l'eau salée et même qui ne descendent jamais jusqu'à l'embouchure des fleuves! Des Cyprinides semblables, recueillis dans des rivières absolument séparées, apprendront qu'il y eut autrefois des communications, depuis interrompues. Pour être d'une dissémination plus facile que les animaux, les végétaux, contribuant pour une si large part à donner à chaque contrée son aspect particulier, fournissent aussi quantité de types caractéristiques, tout à fait propres à des régions déterminées. La rencontre de quelques espèces identiques sur des terres écartées fera présumer une union plus ou moins ancienne entre ces terres. La présomption acquerra déjà une grande valeur s'il s'agit d'espèces sédentaires, vivant ordinairement en des lieux cachés. Néanmoins, si le nombre des types observés est restreint, on élèvera peut-être des doutes; on pensera aux causes inconnues qui ont pu jeter des êtres loin de leur première patrie; on voudra parfois attribuer à la main des hommes un transport volontaire ou involontaire. En effet, il n'est pas impossible que des Limaces ou des Escargots aient voyagé dans des amas de végétaux. Aussi faut-il réclamer l'ensemble des documents que fournit la nature, c'est-à-dire l'ensemble de la flore et de la faune, car alors le contrôle, s'exerçant sur des multitudes d'êtres et se vérifiant par le rapprochement des formes les plus diverses de la végétation et du monde animal, emportera la certitude. Au sujet de questions scientifiques aussi nouvelles, on regrette encore, dans presque tous les cas, de ne pouvoir rassembler toutes les preuves. On en possède cependant en quantité suffisante, à l'égard de plusieurs régions du globe, pour permettre de reconnaître dans un âge antérieur des relations territoriales fort différentes de celles qui existent de nos jours. A défaut de toutes les preuves nécessaires pour conclure d'une manière définitive, on tient souvent des probabilités, quelquefois seulement des indices. Il y aura tout avantage à les produire. Apparaîtra l'intérêt de recherches spé-

ciales, et, dussent les indices n'être pas toujours confirmés, ils auront servi à la conquête de quelque vérité nouvelle.

» Lorsque les Géologues constatent la parfaite concordance des terrains, ils sont bien fondés à déclarer que l'Angleterre a été détachée du continent à une époque médiocrement ancienne. Botanistes et Zoologistes ne sont point en peine pour assurer la justesse de la déclaration. Au contraire, si des terres plus ou moins isolées ne présentent point la même structure géologique, les observateurs se refuseront peut-être à reconnaître une séparation à une date assez récente. Pourtant, dans toutes les parties du monde, on voit des terrains fort dissemblables parfaitement unis, couverts à peu près de la même végétation et peuplés des mêmes animaux. Si, à travers notre France, s'était produit un affaissement qui aurait fait de la vieille Armorique une île, et qu'une ligne, partant de la mer du Nord et descendant au sud, vers la Méditerranée, fût devenue un littoral, par mon étude je serais en mesure d'affirmer que cette île armoricaine, séparée de la terre ferme par quatre ou cinq degrés de longitude, a été unie au continent dans l'âge moderne de la Terre. Une objection s'appuyant sur la différence de structure géologique de l'île et du rivage continental, on le voit, serait sans valeur en présence de la démonstration obtenue par l'étude de la nature vivante.

» Viendra le jour où d'immenses résultats seront acquis à la Géographie physique et à l'histoire du globe. On dira, par comparaison, qu'une partie du monde est la région de tels végétaux et de tels animaux. Si l'homme de recherche doit porter son investigation sur toutes les formes de la vie, c'est afin de parvenir à signaler sûrement les formes les plus remarquables, les plus frappantes, les plus caractéristiques, et arriver ainsi, comme triomphe de la Science, à rendre, pour tout le monde, simple et saisissant le caractère le plus notable d'une grande région, d'une contrée plus restreinte, d'un espace limité, d'une île, d'une montagne, d'une vallée, comme à rendre tout à fait appréciables les changements survenus à travers le temps dans la configuration des terres et des mers. »

M. **Alph. Milne-Edwards** offre à l'Académie, au nom de M. *Alfred Grandidier* et au sien, le 3e et dernier fascicule du texte relatif aux Oiseaux de Madagascar, complétant cette partie du grand Ouvrage que publie M. A. Grandidier, sous le titre de *Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*. Ce fascicule comprend la description de quelques familles de Passereaux, des Colombes, des Gallinacés, des Echassiers et des Palmipèdes. Le

dernier Chapitre est consacré à l'examen de la répartition géographique des espèces malgaches et aux relations qu'elles présentent avec celles des régions voisines.

M. **Perrier** offre à l'Académie, de la part du Ministre de la Guerre :

1° La 4e livraison de la Carte d'Algérie, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$, comprenant les six feuilles suivantes :

Sidi el Baroudi; Aine bon Dinar; Debrousseville; Vesoul Beniane; Dellys, Tabarca;

2° Les feuilles de Besançon et Strasbourg, de la Carte de la France au $\frac{1}{200000}$;

3° Les feuilles de Dun-sur-Meuse et Vauvillers de la Carte de la France au $\frac{1}{50000}$.

En même temps M. Perrier place sous les yeux de l'Académie un panneau contenant un assemblage des dix feuilles, déjà parues, de la Carte de la France au $\frac{1}{200000}$, pour montrer combien la nouvelle Carte fait saillir le relief du sol en donnant à chaque accident sa valeur relative.

MÉMOIRES PRÉSENTES.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Etudes expérimentales sur les affections diphthéritiques des animaux.* Mémoire de M. G. **Colin**, présenté par M. Gosselin. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

« Dans ce Travail, j'ai d'abord cherché à voir si la diphthérie des enfants est susceptible de se transmettre aux animaux, afin de résoudre la question de savoir si la maladie constitue une seule unité pathologique qui s'échange entre l'espèce humaine et les espèces animales. Bretonneau avait déjà tenté sans succès des inoculations dans ce but ; mais on ne sait ni de quelle manière, ni sur quels animaux. Aussi il y avait lieu de reprendre ses tentatives, notamment sur l'espèce porcine, qui paraît plus apte que toutes les autres à contracter la diphthérie, car elle est sujette à une angine pseudo-membraneuse analogue à l'angine couenneuse de l'homme. Celles que j'ai faites montrent que les produits de la diphthérie des enfants ne provoquent pas dans l'arrière-bouche, le larynx ou ailleurs, d'exsudats à

forme diphthérique. Dès lors, il semble que, si les affections pseudo-membraneuses des animaux sont spécifiques, leur spécificité est d'une autre nature que celle de la diphthérie humaine.

» Dans les expériences qui ont eu, ensuite, pour objet la diphthérie des oiseaux de basse-cour, je me suis attaché à déterminer les produits aptes à transmettre la maladie, le degré de leur virulence et les conditions dans lesquelles ils peuvent jouer le rôle d'agents contagifères. Les produits de sécrétion des muqueuses malades, les exsudats de ces membranes et ceux de différents viscères m'ont paru jouir de la virulence au plus haut degré. Le sang, les mucus intestinaux se sont montrés moins actifs. C'est par leur application sur les muqueuses dépouillées de revêtements épithéliques que ces produits virulents agissent le mieux et qu'ils déterminent à la fois des effets sur place et dans des points de l'économie très éloignés les uns des autres.

» En appliquant sur les muqueuses les matières virulentes de la diphthérie aviaire, j'ai pu reproduire chez les oiseaux, pigeons, tourterelles, coqs et poules, toutes les formes que l'affection revêt dans les conditions ordinaires, savoir : la forme catarrhale, la pseudo-membraneuse, avec exsudats sur diverses muqueuses externes ou internes, et la forme viscérale avec dépôts disséminés, cette dernière simulant quelquefois, à première vue, certaines affections tuberculeuses. La maladie s'est montrée tantôt à l'état aigu, tantôt à l'état chronique, souvent avec de longues périodes de rémission.

» Cette diphthérie, développée expérimentalement, a une incubation d'une durée très variable, qui est, dans certains cas seulement, de quatre à cinq jours et, dans d'autres, d'une à deux semaines, même plus. Mais, lors de ces incubations prolongées, la maladie paraît avoir une éclosion latente dans la gorge ou dans les viscères; elle sommeille, pour évoluer ensuite par saccades ou par poussées à de longs intervalles.

» La durée de l'affection résultant de l'inoculation ne varie pas moins que celle de la diphthérie née dans les conditions ordinaires. Elle est tantôt de quelques jours, tantôt de plusieurs semaines, de deux à six mois, même d'une à deux années. Les formes sèches ou non catarrhales, qui n'épuisent pas les animaux, restent très longtemps compatibles avec la vie, même quand elles s'accompagnent d'abondants dépôts dans les viscères. Celles-ci ne sont pas toujours soupçonnées ou elles paraissent guéries, car les animaux n'éprouvent pas de malaise appréciable, conservent leur embonpoint, pondent, couvent et élèvent leurs petits. Néanmoins il y

a amaigrissement rapide, dyspnée, signes d'asphyxie et mort, si de nouvelles poussées d'exsudats viennent à se manifester brusquement. Ces dernières résultent souvent d'un travail si actif que les fausses membranes se régénèrent à quatre ou cinq reprises et à deux ou trois jours d'intervalle, après avoir été autant de fois enlevées. Mais les cautérisations substitutives, lorsqu'elles sont possibles, finissent, dans beaucoup de cas, par en arrêter la reproduction. »

M. **P. Redard** adresse, par l'entremise de M. Larrey, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Traité de Thermométrie médicale et un Rapport sur le transport par chemins de fer des blessés et malades militaires. Chacun de ces deux volumes est accompagné d'une analyse manuscrite.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **Moncorvo** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Gosselin, deux Notes intitulées : « De la dilatation de l'estomac chez les enfants et d'un nouveau moyen d'exploration pour la reconnaître », et « De la température de la paroi abdominale dans les cas d'entérite aiguë et chronique chez les enfants ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **Campardon** prie l'Académie de reporter au Concours de 1886 des prix de Médecine et de Chirurgie le « Guide thérapeutique aux Eaux minérales et aux bains de mer », qu'il a déposé pour le même Concours en 1885.

(Renvoi à la Commission.)

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet un modèle d' « aérostat dirigeable », que M. *G.-M. Montaudon* lui a adressé de Mexico pour être soumis au jugement de l'Académie des Sciences.

Ce modèle d'aérostat et la Note qui l'accompagne sont renvoyés à l'examen de la Commission des aérostats.

M. **J. Imbs** adresse une Note relative aux précautions à prendre pour éviter les explosions des machines à vapeur.

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Tresca.)

M. **Sacc** adresse une Note relative à la description et aux propriétés thérapeutiques d'une plante des montagnes de la Bolivie, « la Chinchircoma ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Luigi Palmieri*, ayant pour titre : « Lois et origines de l'Électricité atmosphérique ». (Présentée par M. Faye.)

2° Une brochure de M. *Ph. Gilbert*, ayant pour titre : « La conservation de l'énergie solaire ». (Présentée par M. Faye.)

3° Le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1884 ». (Présenté par M. Faye.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (248) Palisa, *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1885.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Æ Planète — ★.	Décl. Planète — ★.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Juin 10.....	*a* 15514 Arg. Oe$_2$	8	−0.59,35	−1. 4,7	18.16
11.....	*a* Id.	8	−1.48,64	+3. 3,5	15.12
12.....	*b* Anonyme	10	+0.37,95	−4.24,5	18.16
13.....	*b* Id.	10	−0.11,20	−0.18,0	16.12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1885.	Étoiles.	Æ moy. 1885,0.	Réd. au jour.	Décl. moy. 1885,0.	Réd. au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 10..	*a*	16.13. 9,82	+3,04	−20.30. 6,7	+1,3	Arg. OE$_2$
11..	*a*	16.13. 9,82	+3,05	−20.30. 6,7	+1,3	Id.
12..	*b*	16. 9.53,80	+3,04	−20.18.26,2	+1,1	Rapp. à *a*
13..	*b*	16. 9.53,80	+3,04	−20.18.26,2	+1,1	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1885.	Temps moyen de Paris.	Æ app.	Log. fact. par.	Décl. app.	Log. fact. par.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 10.....	11. 3.11	16.12.13,51	$\bar{2}$,200	−20.31.10,1	0,917
11.....	10.28.26	16.11.24,23	$\bar{2}$,586*n*	−20.27. 1,9	0,916
12.....	10.21.23	16.10.34,79	$\bar{2}$,631*n*	−20.22.49,6	0,916
13.....	10. 5.13	16. 9.45,64	$\bar{2}$,801*n*	−20.18.43,1	0,915

» *Remarque.* — Juin 10 : la planète est de 12e,5 grandeur. »

Juin 12........	⋆*b* — ⋆*a*	−3^{m}16^s,09	+11′40″,4	par 9.12 comp.
13........	Id.	−3^{m}15^s,91	+11′40″,5	par 6. 8 comp. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (248) *Palisa, faites à l'observatoire d'Alger* (*télescope de* 0^m,50); par M. **Ch. Trépied**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1885.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite Planète — Étoile.	Déclinaison Planète — Étoile.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Juin 8...	*a* Wash. 1846. Z. 257, n° 5.	9,5	+ 0.43,19	− 9.27,6	10:7
10...	Id.	»	− 0.55,93	− 1.20,4	12:12
11...	Id.	»	− 1.45,80	+ 2.52,0	10:10

Positions de l'étoile de comparaison.

Dates. 1885.	Etoiles de comp.	Ascension droite moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 8....	*a*	16.13. 9,93	+3,03	−20.30. 8,6	+ 1,4	Zones de Washington.
10....	*a*	»	+3,04	»	+ 1,3	»
11....	*a*	»	+3,05	»	+ 1,3	»

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1885.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. par.	Déclinaison apparente.	Log. fact. par.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 8......	11.43.54	16.13.56,15	$\bar{2}$,944	−20.39.34,8	0,870
10......	9.30.53	16.12.17,04	$\bar{1}$,258$_n$	−20.31.27,7	0,861
11......	9.13.33	16.11.27,18	$\bar{1}$,315$_n$	−20.27.15,3	0,858

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur la propagation des ondes le long d'un cours d'eau torrentueux, et confirmation par ces expériences des formules données par M.* Boussinesq, *dans sa théorie du mouvement graduellement varié des fluides.* Note de M. **Bazin**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Lorsque, par une projection d'eau, l'on provoque la formation d'une onde solitaire de faible hauteur dans un courant, la vitesse de propagation de cette onde est donnée approximativement, dans les cas ordinaires, par la formule suivante, que nous avons empiriquement déduite d'une suite d'expériences spéciales dans nos *Recherches hydrauliques* (*Savants étrangers*, t. XIX)

$$(1) \qquad v = \mathrm{U} \pm \sqrt{g\mathrm{H}},$$

U étant la vitesse moyenne du courant et H sa profondeur; le radical doit être pris avec le signe + ou le signe —, suivant que l'onde est descendante ou ascendante.

» Or, dans ses belles études sur les Eaux courantes (*Savants étrangers*, t. XXIII), M. Boussinesq, reprenant au point de vue théorique cette question délicate, et tenant compte des inégalités des vitesses des divers filets fluides dont U n'est que la moyenne, est parvenu à une formule

$$(2) \qquad v = \frac{1+\alpha''}{2}\mathrm{U} \pm \sqrt{\frac{g\mathrm{H}}{1+2\eta} + \left[\left(\frac{1+\alpha''}{2}\right)^2 - \frac{\alpha'}{1+2\eta}\right]\mathrm{U}^2},$$

où α', α'' et η désignent des coefficients qui dépendent de ces inégalités et dont nous indiquerons plus loin les valeurs. Dans les applications ordinaires de la pratique, cette formule diffère fort peu de notre expression empirique (1). Mais, dans quelques cas particuliers, celle-ci tombe en défaut et il faut recourir à la formule de M. Boussinesq. Nous allons le montrer en l'appliquant à trois expériences assez curieuses que nous avons eu occasion de faire sur la rigole de décharge du réservoir de Grosbois (voir *Recherches hydrauliques*, séries n°s 32 et 33). La rigole en maçonnerie dont il s'agit est établie suivant une très forte pente (0,101 dans la partie supérieure et 0,037 dans la partie inférieure). Avant d'entrer dans la rigole, l'eau tirée du réservoir s'étalait d'abord sur un radier dont la largeur va progressivement en diminuant de $11^{\mathrm{m}},20$ (largeur immédiatement en aval des vannes) à $1^{\mathrm{m}},80$ (largeur de la rigole); l'axe de ce radier décrit en même temps un arc de 90°, suivant une courbe de $40^{\mathrm{m}},50$ de rayon, pour venir se raccorder

avec la rigole. Par suite de ce rétrécissement progressif et du changement de direction qui lui était imposé, la nappe d'eau subissait diverses réflexions contre les parois latérales; et, de ces mouvements assez compliqués, résultaient des ondes parcourant rapidement toute la rigole à intervalles presque réguliers d'environ 2 secondes (31 par minute). Ces ondes avaient peu de hauteur; néanmoins leur passage, accusé par un léger bruit, était facile à saisir. Leur vitesse a été trouvée notablement supérieure à $U + \sqrt{gH}$, ainsi que le montre le Tableau suivant :

Désignation des expériences.	Vitesse du courant maximum V.	Vitesse du courant moyenne U.	Profondeur du courant H.	Vitesse de l'onde d'après l'observation.	Vitesse de l'onde d'après la formule $U+\sqrt{gH}$. $\sqrt{gH}$.	$U+\sqrt{gH}$.	Observations.
Pente de $0^m,101$.	5,51	3,785	0,110	6,25	1,039	4,824	Les vitesses ont été mesurées sur un parcours de 30^m et les temps constatés ont été, savoir : Exp. 1. 4″,6; 5″,0; 4″,8; 4″,8; 4″,8.
Pente de $0^m,037$.	3,49	2,744	0,150	4,32	1,213	3,957	Exp. 2. 7,3; 6,9; 6,6; 6,7; 7,2.
Pente de $0^m,037$.	4,55	3,481	0,235	5,75	1,518	4,999	Exp. 3. 5,1; 5,3; 5,4; 5,1; 5,2.

» L'écart entre l'observation et le calcul par la formule primitive citée est surtout considérable pour la très forte pente de 0,101. La formule nouvelle, due à M. Boussinesq, donne au contraire des résultats très approchés. Pour appliquer cette dernière formule, il convient de donner préalablement la valeur des coefficients qui y figurent. Si l'on pose, en premier lieu,

$$\eta = \frac{4}{5}\left(\frac{V}{U} - 1\right)^2, \qquad \alpha = 1 + 3\eta - \frac{2}{7}\eta\sqrt{5\eta};$$

$$\alpha' = 2\alpha - (1+\eta), \quad \alpha'' = \frac{1 + 3(\alpha - 1 - \eta)}{1 + 2\eta};$$

le calcul de ces quantités pour nos trois expériences donne (¹) :

Numéros des expériences.	$\frac{V}{U} - 1$.	η.	$\frac{2}{7}\eta\sqrt{5\eta}$.	α.	α'.	α''.
1.......	0,456	0,166	0,043	1,456	1,745	1,402
2.......	0,272	0,059	0,009	1,168	1,278	1,187
3.......	0,307	0,075	0,013	1,213	1,351	1,228

(¹) Les quantités désignées par $1 + \eta$ et α ne sont autres que les valeurs des deux intégrales bien connues $\int \frac{u^2\,d\omega}{\omega U^2}$ et $\int \frac{u^3\,d\omega}{\omega U^3}$, étendues à toute la section ω du courant, et dans lesquelles u désigne la vitesse d'écoulement à travers l'élément de section $d\omega$, U étant la vitesse moyenne pour toute cette section.

Substituant ces valeurs dans la formule, elle devient, en faisant, pour abréger, $\frac{U^2}{gH} = \lambda^2$ et, effectuant les calculs,

Expérience n° 1... $\lambda^2 = 13,28$ $\quad v = 1,201\,U + \sqrt{gH}\sqrt{0,750 + 0,133\lambda^2} = 6,194$;
» n° 2... $\lambda^2 = 5,12$ $\quad v = 1,094\,U + \sqrt{gH}\sqrt{0,894 + 0,054\lambda^2} = 4,314$;
» n° 3... $\lambda^2 = 5,26$ $\quad v = 1,114\,U + \sqrt{gH}\sqrt{0,869 + 0,067\lambda^2} = 5,555$;

valeurs de v très peu inférieures aux chiffres 6,25; 4,32; 5,75 du premier Tableau, fournies par l'observation pour cette vitesse de propagation des ondes descendantes.

» Si l'on néglige le petit terme $\frac{2}{7}\eta\sqrt{5\eta}$, l'expression (2) peut s'écrire, en remplaçant α' et α'' par leurs valeurs en η,

$$v = \frac{1+4\eta}{1+2\eta}U + \sqrt{gH}\sqrt{\frac{1+2\eta+\eta(1+6\eta)\lambda^2}{(1+2\eta)^2}} = U + \sqrt{gH}\,\frac{2\eta\lambda + \sqrt{1+2\eta+\eta(1+6\eta)\lambda^2}}{1+2\eta}.$$

» Le coefficient de $\sqrt{gH}$ surpasse l'unité dès qu'on a

$$\lambda > \sqrt{6} - 2; \quad \text{d'où} \quad \lambda^2 > 0,202.$$

» Le rapport λ^2 est, comme on sait, ce que l'on pourrait appeler l'indice du caractère torrentiel du courant; dès qu'il est plus grand que 1, l'écoulement est torrentiel, et la vitesse de l'onde se trouve être sensiblement supérieure à $U + \sqrt{gH}$. L'écart va croissant avec λ^2 et devient considérable lorsque cet indice atteint, comme dans les expériences que nous venons de rapporter, une valeur exceptionnellement élevée. Lors des expériences qui nous avaient servi à établir empiriquement la relation $v = U + \sqrt{gH}$, λ^2 était inférieur à l'unité, et nous n'avons pas eu à constater d'écarts de ce genre. Les trois mesures de vitesse faites accidentellement sur la rigole de Grosbois étaient restées isolées, et nous les avions laissées de côté dans la discussion générale, sans y attacher l'importance qu'elles méritaient. En compulsant nos carnets en vue de recherches d'une autre nature, nous les avons récemment retrouvées, et la pensée nous est venue de les comparer aux formules de M. Boussinesq. On voit qu'elles les confirment d'une manière bien remarquable. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur la spectroscopie par la matière radiante. Extinction mutuelle des spectres d'yttrium et de samarium.* Note de M. **William Crookes**. (Extrait par l'auteur.)

« Il était intéressant de voir quel spectre résulterait du mélange de l'yttrium avec le samarium. Un mélange de 90 parties de samarine et de 10 parties d'yttria fut traité par l'acide sulfurique, calciné, puis examiné dans le tube à matière radiante. Le résultat fut aussi remarquable qu'inattendu. On ne put observer la moindre trace du spectre de l'yttrium. La matière pulvérulente devint phosphorescente avec une intensité modérée, mais le spectre fut presque le *fac-simile* de celui qu'aurait donné le sulfate de samarium pur : il y avait toutefois cette différence que la raie orangée linéaire, qui est à peine visible dans le spectre du sulfate de samarium pur, était devenue assez vive pour être mesurée; elle occupe sur l'échelle des $\frac{1}{\lambda^2}$ la position 2693.

» Jusqu'à la proportion de 43 parties de samarine contre 57 parties d'yttria, le spectre était à peu près semblable au spectre plomb-samarium. Pas une des bandes du spectre de l'yttrium ne fut aperçue et la brillante raie orangée se montra nettement dans toute la série.

» A partir de cette proportion de samarium et d'yttrium, un changement rapide se manifesta, et avec le mélange suivant : samarine 35, yttria 65; le seul indice qu'on pût trouver du spectre du samarium fut la présence des deux faibles bandes vertes proches de la bande citron de l'yttria, et la nouvelle raie orangée qui se montrait aussi nette et aussi brillante que jamais.

» Un changement brusque de spectre a lieu entre de très étroites limites, quand on fait varier la composition des mélanges. Le spectre d'un mélange de 44 parties de samarine et de 56 parties d'yttria n'est autre que le spectre du samarium pur, la raie orangée faisant cependant exception. Le spectre de samarine 42 et yttria 58 est composé des bandes spéciales à chacune des deux terres; tandis que le spectre de samarine 39 et yttria 61 est presque un spectre d'yttria pur.

» *Délicatesse de la réaction spectrale du samarium.* — Des essais furent faits dans le but d'estimer approximativement la plus petite quantité de samarium nécessaire pour donner la réaction spectrale.

» Avec 1 partie de samarium contre 100 parties de calcium, le spectre

est très brillant, et seulement un peu moins net que celui d'un mélange à 50 pour 100.

» Pour 1 partie de samarium contre 10 000 parties de calcium, les bandes deviennent plus faibles; la seconde bande verte est sur le point de s'évanouir et le spectre continu du sulfate de chaux devient plus brillant.

» Si l'on prend 1 partie de samarium et 100 000 parties de calcium, la bande verte n'est presque plus visible, étant masquée par le spectre continu du calcium, qui s'y superpose. La bande rouge a également presque disparu dans l'éclat plus grand de l'éclairage continu de la région rouge du spectre du calcium. La double bande orangée est encore très apparente, et l'espace noir, 2942, situé entre cette bande et le vert, est très marqué.

» 1 partie de samarium dans 1 000 000 de parties de calcium donne un très faible spectre du samarium; on ne voit plus que les bandes orangées, et avec difficulté. Le caractère le plus frappant de ce spectre est l'espace noir qui tranche encore sur une bonne part du jaune.

» Un mélange de 1 partie de samarium et 2 500 000 parties de calcium montre un spectre dans lequel on ne voit que des traces des bandes du samarium; la présence de ce dernier corps est seulement révélée par l'assombrissement de la région jaune d'un spectre qui autrement serait continu.

» Le spectre du sulfate de calcium pur est continu sans espaces sombres, bandes ou raies.

» *Raie anormale* $\frac{1}{\lambda^2} = 2693$. — A diverses reprises, j'ai parlé d'une raie orangée 2693 qui, par son éclat et par sa netteté, frappe les yeux dans la plupart des spectres samarium-yttrium. Avec du sulfate de samarium pur, cette raie est excessivement faible. Avec de la samarine contenant 5 pour 100 d'yttria, elle n'est que très légèrement plus brillante; avec 10 pour 100 d'yttria elle gagne un peu; avec 15 pour 100 elle est encore plus marquée et avec un mélange de 80 parties de samarine pour 20 parties d'yttria elle présente son intensité maxima. Cette raie continue à être le trait le plus caractéristique des spectres des divers mélanges, samarine-yttria, jusqu'à la proportion samarine 3, yttria 97 : elle commence alors à pâlir et ne s'évanouit complètement que lorsqu'on arrive à l'yttria pure.

Il est remarquable que, aussi longtemps que cette raie brillante fait partie du spectre, les autres bandes possèdent une intensité évidemment inférieure

à celle qu'elles ont dans les autres spectres de phosphorescence, qui ne contiennent pas cette raie. Plusieurs des bandes, ordinairement présentes dans les spectres de la samarine et de l'yttria, sont aussi supprimées. La profonde modification des spectres de la samarine et de l'yttria, produite par le mélange de ces terres, est, je crois, un fait sans précédent en analyse spectrale. Il est difficile de concevoir la nature de la modification qui transforme des bandes diffuses et assez faibles en une seule raie verte et brillante.

» Une importante leçon nous est donnée par les nombreuses anomalies exposées dans le présent travail : c'est que les conclusions tirées de l'analyse spectrale *per se* sont sujettes à de graves causes de doute, à moins qu'à chaque pas le spectroscopiste ne donne la main au chimiste. La spectroscopie peut nous fournir de précieux renseignements, mais la Chimie doit après tout être la cour suprême d'appel. »

CHIMIE. — *De l'action du cadmium sur l'azotate d'ammoniaque.* Note de M. H. Morin, présentée par M. Debray.

« Dans un Mémoire sur la nitrification, Schœnbein (¹) consacre un chapitre à la transformation des azotates alcalins en azotites. Un extrait de ce Travail, inséré dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris* (²), est ainsi conçu :

« Une solution d'azotate d'ammoniaque, mise en contact pendant quelques instants avec une baguette de cadmium, devient capable de produire la réaction des azotites. Si l'action est prolongée pendant quelque temps, on peut trouver dans la solution de l'azotite de cadmium. »

» Le produit de la réaction précédente ne paraît pas avoir été isolé sous une forme définie.

» En reproduisant dans des conditions particulières l'expérience de Schœnbein, j'ai reconnu que le produit essentiel formé dans ce cas n'est autre qu'un sel double ammoniacal à base de cadmium et d'ammoniaque aisément cristallisable.

» Pour rendre complète l'action du cadmium sur l'azotate d'ammoniaque, il convient d'employer ce métal à l'état de grenaille et en excès par rapport au sel qui, lui-même, doit avoir été préparé en saturant de

(¹) *Journal für praktische Chemie*, t. LXXXIV, p. 193, 1861, n° 20.
(²) *Société chimique de Paris : Répertoire de Chimie pure*, t. IV, p. 246; 1862.

l'acide nitrique pur d'une densité de 1,3, par une dissolution pure concentrée d'ammoniaque, en conservant à la liqueur une réaction légèrement alcaline. L'azotate est versé en solution chaude sur le cadmium en quantité suffisante pour que la grenaille en soit entièrement baignée. La température s'élève rapidement jusqu'à + 110° en donnant lieu à un bouillonnement tumultueux.

» La réaction semble avoir lieu sans dégagement gazeux; car, si l'on répète l'expérience en mettant le cadmium dans un ballon muni d'un tube de sûreté en S et d'un tube abducteur et si l'on verse progressivement la solution d'azotate d'ammoniaque, on ne remarque aucune production de gaz : on observe seulement la dissolution successive du cadmium avec élévation de température à chaque addition de liquide. Ce dernier mode d'opérer laisse en solution dans la liqueur un excès d'oxyde de cadmium qui entrave plus tard la cristallisation. Il est donc convenable de suivre la première manière de procéder qui a l'avantage, tout en concentrant la liqueur, par suite de la température relativement élevée produite, de faciliter le dépôt d'oxyde de cadmium.

» Après refroidissement, par filtration on obtient une liqueur sirupeuse d'une légère teinte jaune, alcaline au papier de tournesol, possédant encore une odeur ammoniacale et se troublant par l'addition de l'eau. Cette liqueur est abandonnée à l'évaporation spontanée sur le chlorure de calcium. Il est préférable d'opérer cette concentration à la lumière diffuse, car j'ai constaté que, sous l'influence de la lumière directe, cette solution saline tendait à se décomposer. Au bout de quelques jours, il se dépose sous forme de prismes rhomboïdaux transparents des cristaux qui, égouttés et séchés, sont inaltérables à l'air. Ces cristaux sont décomposés par l'eau avec formation d'un abondant précipité floconneux d'oxyde de cadmium : ils sont susceptibles cependant de cristalliser à nouveau dans une eau ammoniacale.

» Ils présentent les caractères des azotites.

» Soumis à l'action de la chaleur, ils fournissent à l'observation trois phases bien distinctes : ils fondent d'abord en dégageant de l'ammoniaque; ensuite, au moment où la dessiccation s'achève, il se produit une brusque déflagration et enfin la décomposition finale a lieu avec émission de vapeurs rutilantes et formation d'oxyde de cadmium anhydre.

» Leur analyse a donné les résultats suivants :

Oxyde de cadmium.....	49,71	49,86	49,82	50,30
Acide azoteux.........	29,79	29,77	30,15	
Ammoniaque..........	13,20	13,13	13,18	

» Le cadmium a été dosé à l'état d'oxyde anhydre par calcination et à l'état de sulfure. Le dosage de l'acide azoteux a été effectué en peroxydant le sel au moyen du bioxyde de baryum, éliminant l'excès de baryte par l'acide carbonique et précipitant à l'état de sulfate la baryte du nitrate obtenu par ce traitement. L'ammoniaque a été dosée au moyen de liqueurs titrées par le procédé de H. Sainte-Claire Deville.

» Si l'on considère : 1° les résultats fournis par l'analyse; 2° la manière dont se comporte avec l'eau le sel dont on vient de décrire le mode de préparation; 3° les décompositions successives qu'il éprouve sous l'influence de la chaleur, on est conduit à lui attribuer la formule suivante :

$$(CdO, AzO^3, HO + AzH^3, HO, AzO^3 + CdO, AzH^3),$$

formule qui exige :

Oxyde de cadmium	50,00
Acide azoteux	29,68
Ammoniaque	13,28

» En résumé, l'action du cadmium sur l'azotate d'ammoniaque dans les conditions de cette expérience se présente comme une action réductrice transformant l'azotate d'ammoniaque en azotite avec formation d'oxyde de cadmium. On sait que cette base possède la propriété particulière de déplacer facilement l'ammoniaque de ses combinaisons pour constituer un sel double : c'est ce qui a lieu en effet, et l'ammoniaque ainsi mise en liberté dissout une nouvelle quantité d'oxyde de cadmium qui reste combinée avec le sel double formé.

» La réaction finale peut donc être ainsi représentée :

$$4Cd + 2AzH^3, HO, AzO^5$$
$$= (CdO, AzO^3, HO + AzH^3, HO, AzO^3 + CdO, AzH^3) + 2CdO.$$

» Ce sel paraît être le premier exemple d'un azotite double cristallisé dans la composition duquel entre l'azotite d'ammoniaque. »

CHIMIE. — *Sur le soufre provenant de la décomposition du persulfure d'hydrogène.* Note de M. **Maquenne**.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 25 mai dernier, M. Sabatier décrit une forme particulière du soufre cristallisé, qu'il a obtenue en laissant se décomposer le persulfure d'hydrogène au contact de l'éther.

» Je crois devoir rappeler que j'ai déjà obtenu ces paillettes par le même procédé, et aussi en ajoutant de l'éther à une solution de soufre dans le sulfure de carbone (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1884, t. I, p. 238). J'ai même réussi à isoler, par triage, des produits de décomposition de 1^{kg} environ de persulfure d'hydrogène, une dizaine de grammes de cristaux très nets, stables dans leur forme, atteignant quelquefois jusqu'à $0^m,01$ de longueur, et dont les facettes brillantes se prêtent admirablement aux mesures goniométriques. Ces cristaux fondent à 117°; ils ont pour densité 2,045 environ, enfin ils affectent la forme d'un prisme orthorhombique de 106° 20', dérivant de l'octaèdre normal par le prolongement indéfini de deux faces adjacentes. Cette forme, appartenant donc à la variété octaédrique du soufre, ne constitue pas une espèce cristalline nouvelle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylate de soude*. Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« La dissolution du sodium dans l'alcool méthylique anhydre a lieu sans inflammation comme avec l'alcool éthylique; mais, le dégagement de chaleur étant un peu supérieur et la volatilité de l'alcool plus grande, la réaction est beaucoup plus vive.

» Elle s'arrête, même en laissant la liqueur s'échauffer presque à l'ébullition, lorsqu'il y a $1^{éq}$ de sodium pour $5^{éq}$ d'alcool; les fragments métalliques se recouvrent alors de croûtes cristallines qui empêchent l'attaque. La liqueur se prend en masse par le refroidissement.

» Dans un grand excès d'alcool, la dissolution est très rapide. J'ai mesuré la chaleur dégagée dans cette réaction, en employant $1^{éq}$ de sodium pour $61^{éq}$ d'alcool, de manière à avoir

$$\text{Na sol.} + 61\,C^2H^4O^2\,\text{liq.} = C^2H^3NaO^2 \text{ dissous dans } 60\,C^2H^4O^2 + H \text{ gaz.}$$

» Cet excès d'alcool est tel qu'une addition nouvelle de ce corps ne produit plus aucun effet thermique, et les résultats sont comparables à ceux que j'ai obtenus antérieurement avec l'alcool éthylique.

» J'ai trouvé à + 16° dans deux expériences :

$$+ 48^{cal},20 \text{ pour } 1^{éq}\ (23^{gr}) \text{ de Na.}$$

» L'appareil employé est celui que j'ai décrit pour l'éthylate de soude.

» Le poids du métal dissous était apprécié par une pesée directe, con-

trôlée par le titrage alcalimétrique de la liqueur, et la mesure de l'hydrogène dégagé.

» II. Le méthylate de soude exempt d'alcool, $C^2H^3NaO^2$, a été préparé en chauffant de 180° à 200° dans un courant d'hydrogène sec la liqueur obtenue par dissolution du métal. L'expérience doit être prolongée pendant plusieurs heures, jusqu'à ce que l'alcool méthylique cesse de se dégager. Le produit est solide, blanc, nacré, très avide d'eau. Il retient toujours quelques centièmes d'hydrate de soude.

» Sa chaleur de dissolution dans 70 parties d'eau à + 16° a été trouvée de $+ 11^{Cal},89$ pour $1^{éq}$ (54^{gr}).

» III. La difficulté que l'on éprouve à chasser complètement l'excès d'alcool méthylique dans la préparation du composé précédent indique l'existence de méthylates à excès d'alcool, analogues aux éthylates polyalcooliques cristallisés

$$C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2 \quad \text{et} \quad C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2.$$

» Je n'ai pu isoler d'une manière certaine qu'un seul de ces corps; sa formule est

$$C^2H^3NaO^2, C^2H^4O^2.$$

» On obtient facilement cette combinaison, en exposant sous une cloche pendant plusieurs jours, sur des plaques de porcelaine poreuse, la masse cristalline qui résulte de la dissolution du sodium dans $5^{éq}$ ou $6^{éq}$ d'alcool méthylique. Les cristaux sont incolores, nacrés, très avides d'eau. Ils contiennent constamment une petite quantité d'hydrate de soude.

» La dissolution de ce composé dans 100 parties d'eau a donné à + 17° : $- 5^{Cal},05$ pour $1^{éq}$ (86^{gr}).

» Des nombres précédents on déduit :

			Cal
$C^2H^4O^2$ liq.	+ NaO sol.	= $C^2H^3NaO^2$ sol. + HO sol.	+18,32
$C^2H^4O^2$ liq.	+ $NaHO^2$ sol.	= $C^2H^3NaO^2$ sol. + H^2O^2 sol.	+ 1,32
$C^2H^4O^2$ liq.	+ Na sol.	= $C^2H^3NaO^2$ sol. + H gaz	+33,19
$C^2H^3NaO^2$ sol.	+ $nC^2H^4O^2$ liq.	= $C^2H^3NaO^2$ dissous dans n $C^2H^4O^2$	+15,01
$C^2H^3NaO^2$ sol.	+ $C^2H^4O^2$ liq.	= $C^2H^3NaO^2$, $C^2H^4O^2$ sol.	+ 8,84
$2C^2H^4O^2$ liq.	+ Na sol.	= $C^2H^3NaO^2$, $C^2H^4O^2$ sol. + H gaz	+42,03

» Avec l'alcool éthylique, on avait pour les quatre premières réactions

$$+17^{Cal},35, \quad +6^{Cal},25, \quad +32^{Cal},13, \quad +12^{Cal},40,$$

et pour la dissolution du métal dans un grand excès d'alcool $+ 44^{Cal},70$.

» Il est utile de rapprocher ces nombres de ceux qu'on obtient dans les réactions pareilles effectuées avec H^2O^2.

H^2O^2 liq.	$+$ Na O sol.	$=$ Na HO^2 sol. $+$ HO sol......	$\overset{\text{Cal}}{+18,43}$
H^2O^2 liq.	$+$ Na sol.	$=$ Na HO^2 sol. $+$ H gaz.......	$+33,30$
Na HO^2 sol.	$+ n H^2O^2$ liq.	$=$ Na HO^2 dissous............	$+\ 9,78$
$n H^2O^2$ liq.	$+$ Na sol.	$=$ Na HO^2 dissous $+$ H gaz.....	$+43,08$

» Il résulte de ces comparaisons :

» 1° Que l'action du sodium sur H^2O^2 libre, ou sur H^2O^2 alcoolique de $C^2H^2(H^2O^2)$ ou $C^4H^4(H^2O^2)$, est presque identique; il en est de même pour l'action de la soude anhydre sur H^2O^2, libre ou combiné. Ce rapprochement, qui conduit seulement à établir une analogie pour l'alcool éthylique (+ 17,35 et + 18,43, ... + 32,13 et + 33,30), indique pour l'alcool méthylique une identité parfaite (+ 18,32 et + 18,43, ... + 33,19 et + 33,30).

» La molécule d'eau H^2O^2 de ces deux alcools agit donc sur Na et sur Na O comme si elle était isolée.

» 2° Qu'en présence d'un grand excès du dissolvant les nombres obtenus sont sensiblement plus élevés pour les alcools ($+ 44^{\text{Cal}},70$ et $+ 48^{\text{Cal}},20$ au lieu de $+ 43^{\text{Cal}},08$ pour n H^2O^2 libres), bien qu'ils soient assez voisins. Cette différence indique que la dissociation des alcoolates dans un excès d'alcool est moindre que la dissociation de l'hydrate de soude Na HO^2 dans un excès d'eau. Elle s'explique par l'existence des alcoolates polyalcooliques.

» Je poursuis ces recherches sur les alcools homologues supérieurs des précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la volatilité dans les nitriles chlorés.* Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Friedel.

« Le voisinage du chlore et de l'azote fixés sur le carbone, dans les composés organiques, exerce une influence considérable sur la volatilité de ceux-ci. Les nitriles chlorés permettent de constater et de préciser ce fait général.

» On sait que le remplacement de H par Cl dans un hydrocarbure détermine, dans celui-ci, une élévation du point d'ébullition ; il en est de même, mais dans une mesure plus forte, du remplacement de l'hydrogène par l'azote, et notamment, pour ne citer que le cas le plus simple, du remplacement de H^3 par Az dans un chaînon — CH^3. Or la diminution que l'on

constate dans la volatilité des hydrocarbures, à la suite de ces substitutions, est beaucoup moindre pour chacune d'elles, alors qu'elles coexistent dans une même molécule, dans le voisinage l'une de l'autre.

» L'influence volatilisante de ce voisinage est à son maximum alors que celui-ci est le plus immédiat possible, c'est-à-dire alors que les radicaux Cl et Az sont fixés sur le même atome de carbone; cette circonstance ne se constate jusqu'ici que dans les dérivés du méthane CH^4. Le chlorure de cyanogène est, sous ce rapport, un composé du plus haut intérêt.

	Point d'ébullition.	Différence.
H^4C	-164°	$+141$
H^3C-Cl	-23	
$AzC-H$	$+26,5$	-9
$AzC-Cl$	$+15,5$	
H^4C	-164	$+190,5$
$AzH-CH$	$+26,5$	
H^3C-Cl	-23	$+38,5$
$AzC-Cl$	$+15,5$	

» Le rapprochement de ces chiffres dispense de tout commentaire.

» Cette influence se fait encore sentir, quoique plus faiblement, alors que les radicaux Cl et Az se trouvent fixés sur des atomes de carbone distincts, mais immédiatement soudés l'un à l'autre. Ce fait se constate dans les dérivés de l'éthane et du propane.

a. — Dérivés en C^2.

		Point d'ébullition.	Différence.
H^3C-CH^3	(certainement au moins)	-100°	au moins $+112$
H^3CH-C^2Cl	»	$+12$	
$AzC-CH^3$	»	$+82$	$+42$
$AzC-CH^2Cl$	»	$+124$	
H^3C-CH^3	(au plus haut)	-100	au moins $+182$
H^3C-CAz	»	$+82$	
ClH^2C-CH^3	»	$+12$	$+112$
ClH^2C-CAz	»	$+124$	

b. — Dérivés en C^3.

		Point d'ébullition.	Différence.
$CH^3-CH^2-CH^3$	(au-dessous de)	-17	au moins $+54$
$CH^3-CHCl-CH^3$	»	$+37$	
CH^3-CH^2-CAz	»	$+97$	$+24$
$CH^3-CHCl-CAz$	»	$+121$	

	Point d'ébullition.	Différence.
$CH^3-CH^2-CH^3$ (au-dessous de)........	$-17°$	au moins $+114$
CH^3-CH^2-CAz »	$+97$	
$CH^3-CHCl-CH^3$ »	$+37$	$+84$
$CH^3-CHCl-CAz$ »	$+121$	

» On voit par là que la substitution de Cl à H dans $-CH^3$ de l'éthane, dans $=CH^2$ du propane, détermine une élévation dans le point d'ébullition beaucoup plus considérable, alors qu'elle s'opère dans les hydrocarbures intacts CH^3-CH^3 et $CH^3-CH^2-CH^3$, que lorsqu'elle est réalisée dans les nitriles correspondants

$$CH^3-CAz \quad \text{et} \quad CH^3-CH^2-CAz.$$

» Il en est de même du remplacement de H^3 par Az; l'élévation dans le point d'ébullition est beaucoup plus considérable, lorsque cette substitution se réalise dans les hydrocarbures eux-mêmes, que lorsqu'elle se produit dans ceux-ci, déjà monochlorés,

$$CH^3-CH^2Cl \quad \text{et} \quad CH^3-CHCl-CH^3.$$

» Cette influence a cessé totalement ou presque totalement alors que les chaînons actifs $-CAz$ et $\equiv CCl$ sont séparés l'un de l'autre par un chaînon intermédiaire $=CH^2$. On en trouve la preuve dans les dérivés primaires du propane.

	Point d'ébullition.	Différence.
$CH^3-CH^2-CH^3$ (au-dessous de)....	$-17°$	au moins $114°$
CH^3-CH^2-CAz »	$+97$	
$CH^3-CH^2-CH^2Cl$ »	$+44\text{-}46°$	$+130$
$CAz-CH^2-CH^2Cl$ »	$+176$	
$CH^3-CH^2-CH^3$ (au-dessous de)....	-17	au moins $+63$
CH^3-CH^2-CCl »	$+44\text{-}46$	
$CAz-CH^2-CH^3$ »	$+97$	79
$CAz-CH^2-CH^2Cl$ »	$+176$	

» On voit par là que le remplacement de H^3 par Az détermine dans la volatilité une diminution sensiblement la même, soit que cette substitution s'opère dans le propane lui-même ou dans le propane monochloré primaire $CH^3-CH^2-CH^2Cl$.

» Il en est de même de la substitution de Cl à H dans le chaînon $-CH^3$; la diminution dans la volatilité, qui résulte de cette substitution, est approxi-

mativement du même ordre, lorsqu'elle se réalise dans le propane ou dans le nitrile propionique.

» Je ferai remarquer, en terminant, combien est considérable la différence de volatilité qui existe entre les deux nitriles propioniques chlorés, primaire et secondaire, comparativement à celle qui se constate entre les deux chlorures de propyle correspondants.

	Point d'ébullition.	Différence.
$CAz-CHCl-CH^3$	121°	+ 55°
$CAz-CH^2-CH^2Cl$	176	
$CH^3-CHCl-CH^3$	37	+ 7-9
$CH^3-CH^2-CH^2Cl$	44-46	

» On remarquera également combien est grande la différence qui existe dans la diminution de volatilité que détermine l'intercalation d'un chaînon $=CH^2$ dans la molécule de deux composés correspondants en C^2, le chlorure d'éthyle et l'acétonitrile monochloré.

	Point d'ébullition.	Différence.
CH^3-CH^2Cl	+ 12°	32°-34°
$CH^3-CH^2-CH^2Cl$	+ 44-46°	
$AzC-CH^2Cl$	+124	+ 52
$AzC-CH^2-CH^2Cl$	+176	

» Ces rapprochements mettent parfaitement en évidence l'influence qu'exerce, sur la volatilité, le voisinage de l'azote et du chlore.

» Le nitrile chloropropionique primaire $CAz-CH^2-CH^2Cl$, dont il est ici question, résulte de l'action de $PhCl^3$ sur le nitrile lactique primaire $CAz-CH^2-CH^2(OH)$.

» J'aurai l'honneur de le faire connaître plus complètement, ainsi que d'autres nitriles, dans une Communication spéciale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la prétendue fermentation élective.* Note de M. **Maumené**.

« La fermentation du sucre inverti s'accomplit d'une manière régulière et n'a rien d'électif.

» Dubrunfaut avait cru pouvoir affirmer que la rotation primitive d'une dissolution de sucre n'éprouve aucun changement jusqu'à ce que les $\frac{3}{5}$ en-

viron du sucre aient été changés en alcool. Soubeiran et d'autres chimistes ont contredit cette assertion de la manière la plus catégorique.

» J'ai montré plus récemment que la fermentation n'a rien d'électif.

» Voici l'une de mes nombreuses expériences :

		Rotation.	CO^2.
	h m	°	lit
29 novembre.....	9.15 matin.	18	0
»	10 »	20	4
»	10.45 »	21	8
»	11.45 »	23	12
»	1 soir.	22	16
»	2 »	17	20
»	3.45 »	15	24
»	5.45 »	13	26
1er décembre.....	10 matin.	12	26

» Bien évidemment il n'y a rien d'électif.

» Dans la séance du 2 juin, M. Bourquelot a présenté les résultats d'une étude dans laquelle cet observateur admet deux points qui sont inexacts.

» Le premier, c'est que le sucre inverti se compose uniquement des deux sucres glucose et chylariose (ou lévulose), à équivalents égaux.

» Le second, que la fermentation est élective.

» Sur le premier point je demande la permission de rappeler les expériences que j'ai faites sur le sucre inverti ; d'après ces expériences :

» 1° La proportion du glucose et du chylariose, bien loin de représenter des équivalents égaux, correspond à des nombres d'équivalents très éloignés de l'égalité.

» Le glucose, séparé à l'état de glucosate de chlorure de sodium, ne donne pas plus de 155gr par kilogramme de sucre alors que les 500gr de glucose, s'ils y existaient, devraient donner 637gr,8 de glucosate. On n'a pas même le quart de ce qu'on devrait obtenir.

» 2° Outre le glucose et le chylariose, il existe un troisième et même un quatrième corps, dont je n'ai pas encore donné les caractères absolus, mais dont l'existence est prouvée par l'action de la chaux avec le sucre inverti. Ce point exige des détails qui n'ont pas trouvé place dans les *Comptes rendus*, mais qui ont été développés dans mon *Traité du sucre*, t. I, p. 118 à 137.

» Ce qui trouble la fermentation, c'est la résistance du troisième et du quatrième corps à la fermentation alcoolique proprement dite. Le troisième

résiste absolument dans les circonstances ordinaires. Le quatrième devient fermentescible par l'action d'une petite quantité d'acide à l'ébullition, ou *avec le temps*.

» Je n'ai pas étudié les mélanges de maltose, mais ce que je puis recommander à toute l'attention des chimistes, c'est la mobilité des éléments, du troisième élément et du quatrième surtout, du sucre inverti. La fermentation ne présente pas toujours la régularité présumée, parce que la composition du sucre inverti n'est pas du tout celle qui est admise dans les livres classiques. »

ANATOMIE. — *Sur le ganglion géniculé des oiseaux*. Note de M. L. **Magnien**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« En étudiant avec soin l'anatomie du nerf facial chez les oiseaux, j'ai pu constater l'existence d'un ganglion qui jusqu'à présent a échappé aux investigations des anatomistes, sans doute parce que ses faibles dimensions ne permettent pas de le mettre nettement en évidence par le simple examen à l'œil nu. L'examen microscopique montre immédiatement l'élément caractéristique, la cellule nerveuse.

» Par sa situation, ses rapports, ce petit organe est le représentant du ganglion géniculé des Mammifères ; son importance est donc considérable, et nous nous proposons de résumer les principaux résultats que nous a fournis son étude.

» Dans la première partie de son trajet intra-crânien, le facial des oiseaux parcourt un canal osseux dont la direction est transversale par rapport à l'axe antéro-postérieur du crâne, puis il décrit un coude, véritable arc de cercle, pour se porter perpendiculairement en arrière et en bas, et dans cette seconde partie de son trajet il est étroitement uni au filet du sympathique que le ganglion cervical supérieur lance dans le canal de Fallope. C'est à l'origine de son coude que le tronc de la septième paire reçoit le fin rameau que lui envoie le filet carotique émané du ganglion cervical supérieur; c'est précisément à l'union de ce rameau du sympathique avec le facial que se trouve le ganglion géniculé dont la situation correspond ainsi très exactement à celle qu'il présente chez les Mammifères.

» La forme générale de ce ganglion est celle d'un triangle à côtés arrondis, dont la base s'appuie contre le tronc même du facial, dont le sommet, dirigé en bas et en dedans, est continué par le filet anastomotique du sympathique. Des deux autres angles, contigus par conséquent au facial,

l'interne reçoit un faisceau nerveux intimement uni au tronc d'origine du facial, l'externe émet un filet sur la direction et la signification duquel nous insisterons plus loin, en raison de son importance.

» Les dimensions de ce ganglion sont très restreintes; les chiffres suivants, qui se rapportent, il est vrai, à un poulet de petite taille, en donneront une idée; sur ce sujet, et les mesures ont été soigneusement relevées à l'aide du micromètre, la base du ganglion, c'est-à-dire le côté correspondant au tronc du facial, avait $0^{mm},7$; le côté externe mesurait $0^{mm},7$, et le côté interne $0^{mm},5$.

» Quant à la structure du ganglion, ne pouvant la traiter ici en détail, nous nous bornerons à donner quelques-unes des dimensions que nous a fournies l'examen de ses cellules; ces dernières sont ovoïdes et les fractions suivantes expriment les rapports des deux axes:

$$\frac{24\mu}{31\mu},\quad \frac{17\mu}{42\mu},\quad \frac{28\mu}{45\mu},\quad \frac{28\mu}{52\mu}.$$

» Ces chiffres se rapportent à un ganglion de dindon. Le ganglion du poulet, que nous avons étudié aussi à ce point de vue, nous a donné des résultats tout à fait analogues.

» Nous aborderons à présent l'étude des nerfs qui sont en connexion avec ce ganglion.

» Insistons d'abord sur ce fait qu'une portion seulement du facial des oiseaux entre en relation avec le ganglion géniculé; l'examen microscopique le démontre.

» Le tronc d'origine du facial se trouve donc en réalité divisé en deux faisceaux, dont l'un côtoie simplement le ganglion et forme immédiatement le coude du nerf, tandis que l'autre, à peu près d'égale importance, aborde le ganglion par son angle interne.

» Je dois dire que ces deux faisceaux nerveux sont intimement réunis, mais que pourtant il m'est arrivé d'obtenir par la dissociation le faisceau ganglionnaire assez nettement isolé, du moins jusqu'à une petite distance du ganglion; dans ces cas, ce faisceau, en s'isolant ainsi, entraînait avec lui la partie du ganglion qu'il abordait immédiatement.

» En recourant à la dissection au microscope, j'ai pu constater que l'angle externe émet un filet nerveux extrêmement délicat, qui est pour nous l'analogue du grand pétreux superficiel des vertébrés supérieurs. Ce filet est net et parfaitement isolé chez le poulet où j'ai toujours pu le disséquer. Il se porte en dehors et en avant, en décrivant une courbe à convexité ex-

terne et s'unit à un filet du sympathique qui abandonne le facial au moment où ce dernier termine son coude pour s'engager dans la partie descendante du canal de Fallope.

» Devenu par suite de cette union nerf vidien, notre filet nerveux va se jeter dans la deuxième branche du trijumeau. Je n'ai jamais trouvé chez les espèces que j'ai étudiées le ganglion sphéno-palatin qui a été décrit chez l'aigle et le hibou.

» Chez le dindon, nous avons aussi trouvé d'une façon constante ce filet que nous venons de décrire comme grand pétreux superficiel; mais là il n'est pas isolé comme chez le poulet. Il n'abandonne, en effet, le tronc du facial que pour se réunir aussitôt au filet du sympathique qui quitte le facial à son coude et aller se jeter avec lui comme nerf vidien dans la deuxième branche de la cinquième paire.

» Bazin a décrit chez l'Aigle un nerf pétreux, qu'il fait naître du coude du facial; tout nous porte à croire qu'il considère comme tel le filet du sympathique, qui abandonne, en effet, le facial à son coude pour s'unir immédiatement au véritable nerf pétreux et constituer ainsi un nerf vidien.

» Nous n'avons pu jusqu'à présent découvrir aucun nerf qui, par son origine et ses connexions, puisse être assimilé au nerf petit pétreux des Mammifères.

» C'est là, du reste, une question dont l'étude présente de grandes difficultés, et nous nous proposons de la poursuivre.

» En résumé, il résulte de nos recherches qu'il existe chez les oiseaux, sur le trajet du facial, un ganglion qui doit être assimilé au ganglion géniculé des vertébrés supérieurs; ce ganglion émet un filet nerveux destiné à la deuxième branche de la cinquième paire, filet qui est pour nous un nerf grand pétreux superficiel. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux des Buccinidés et des Purpuridés.* Note de M. E.-L. Bouvier, présentée par M. de Quatrefages.

« Les animaux qui font le sujet de cette Note sont tous, pour employer l'expression de Jhering, nettement Chiastoneures comme le Cyclostome, avec cette différence que le ganglion sub-intestinal se rattache au ganglion commissural droit par un *connectif accessoire*, très court chez la Pourpre, encore plus chez le Buccin et la Nasse, remplacé par une intime union chez le Concholepas. Ainsi se forme, dans la région proboscidienne, un groupe de centres antérieurs qui constituent trois colliers œsophagiens ayant pour

partie commune les deux ganglions cérébroïdes situés au-dessus de l'œsophage. Le collier le plus antérieur est fermé en dessous par les ganglions stomato-gastriques, le suivant par les ganglions pédieux, le dernier par les ganglions commissuraux unis au ganglion sub-intestinal. Tous ces centres sont très rapprochés. Les deux ganglions viscéraux sont rejetés loin en arrière au voisinage du cœur et sont placés au-dessus de l'œsophage; ils sont situés sur la longue commissure viscérale, qui vient se terminer en avant aux ganglions commissuraux, après avoir donné naissance, dans leur voisinage, aux ganglions supra-intestinal et sub-intestinal.

» Les relations de ces centres avec l'appareil vasculaire sont très constantes. L'aorte antérieure passe au-dessous des ganglions viscéraux, pénètre dans les colliers postérieur et moyen, mais passe au-dessous du collier antérieur. En traversant les colliers, l'aorte se bifurque; une forte branche se rend à la trompe, l'autre au pied en passant au-dessus des ganglions pédieux. Au point où se produit la bifurcation, on voit deux rameaux latéraux, l'un à droite, l'autre à gauche, traverser les triangles formés par les ganglions cérébroïdes, commissuraux et pédieux.

» Des ganglions cérébroïdes partent le nerf tentaculaire; le nerf optique, toujours simple et plus ou moins accolé au nerf tentaculaire; les gros nerfs de la trompe qui vont aux parois de cet organe; des nerfs plus fins qui vont à la gaine; enfin un nerf nuqual généralement très développé. Quant au nerf acoustique, toujours simple et grêle, il vient, parti de l'otocyste, s'accoler à la partie postérieure du ganglion pédieux, suivre le connectif commissuro-pédieux, pénétrer dans le ganglion commissural et se terminer enfin dans le ganglion cérébroïde du même côté.

Les ganglions pédieux donnent naissance au nerf pénial et à de très nombreux nerfs qui pénètrent dans le pied.

» Du ganglion commissural droit part un seul nerf qui se rend aux parois latérales du corps. On retrouve ce nerf dans le ganglion commissural gauche avec quelques nerfs pariétaux, le nerf columellaire et deux nerfs très constants, le nerf du siphon et le nerf marginal qui innerve le bourrelet palléal situé au-dessous du corps entre le pied et le muscle columellaire chez les formes turriculées. Chez le Concholepas, ce bourrelet occupe la même position, mais fait le tour du corps en arrière.

» Du ganglion supra-intestinal partent : 1° le nerf branchial qui donne quelques rameaux à la petite branchie, mais innerve surtout la grande; 2° le nerf branchio-siphonal, qui envoie quelques filets à la grande branchie, innerve surtout la petite et envoie une branche d'anastomose au nerf

du siphon. De cette anastomose part un nerf qui innerve la partie antérieure droite du manteau. Les rameaux de ce nerf qui vont à la petite branchie s'y terminent brusquement comme le nerf qui se rend à l'organe spécial décrit par M. de Lacaze-Duthiers chez les Pulmonés aquatiques. Il y a là une homologie évidente et Sprengel attribue à ces divers organes un rôle olfactif. Quant au ganglion sub-intestinal, il donne des nerfs pariétaux, dont quelques-uns envoient des branches au muscle columellaire; puis de gros nerfs palléaux qui se rendent à la partie gauche du manteau.

» De la branche droite de la commissure viscérale part toujours un nerf qui innerve les tissus de la face inférieure du rectum et du conduit génital, la région palléale avoisinante et le conduit génital. Je n'ai pu disséquer complètement ce nerf chez le Concholepas. Les nerfs du gros ganglion viscéral sont le nerf rénal, celui du ventricule (je n'ai pu le trouver chez le Concholepas), le grand nerf des viscères, un nerf rectal et quelques fins rameaux qui vont aux tissus voisins. Du petit ganglion viscéral, ou de la commissure dans son voisinage, partent deux nerfs : l'un se rend au vaisseau brachio-cardiaque jusqu'à l'oreillette, l'autre à l'aorte, au tube digestif et à la partie antérieure du foie.

» Les ganglions stomato-gastriques envoient chacun en avant deux ou trois gros nerfs dans l'œsophage antérieur, les parois de la cavité buccale et la gaine de la radule. Un autre nerf se partage entre les glandes salivaires et la région suivante de l'œsophage. Enfin, un gros nerf impair se dirige en arrière en passant par le collier, innerve l'aorte, la région postérieure de l'œsophage et la grosse glande spéciale qui débouche dans l'œsophage. Il y a donc lieu de considérer les ganglions viscéraux et les ganglions stomato-gastriques comme formant un système sympathique double qui a ses deux origines dans les centres antérieurs.

» Outre ces caractères généraux tirés du système nerveux, il en est d'autres que je dois signaler ici. Ainsi la présence d'un jabot en avant du collier, celle d'une glande œsophagienne spéciale, enfin l'absence de canal excréteur dans l'organe de Bojanus qui s'ouvre, par une fente en boutonnière, dans la cavité palléale.

» Entre la Nasse et le Buccin, il existe peu de différences importantes.

» Chez les Purpuridés, la trompe est beaucoup plus courte que chez les Buccinidés, les centres antérieurs sont situés à son extrémité postérieure, le jabot est très développé, la glande spéciale est puissante et solide. Les centres cérébroïdes sont étroitement unis. Il en est de même des centres stomato-gastriques; tandis que les connectifs, qui les rattachent aux gan-

glions cérébroïdes, sont au moins assez longs. En outre, l'otocyste droite est fortement déjetée par côté, tandis que l'otocyste gauche est accolée à la face inférieure du ganglion pédieux. Je dois dire, toutefois, que je n'ai pu trouver les otocystes sur l'unique exemplaire du Concholepas que j'avais à ma disposition.

» Le Concholepas se distingue de la Pourpre par plusieurs différences qu'il serait trop long d'indiquer. Je dirai toutefois que les relations des nerfs avec les organes indiquent fort nettement que le bourrelet qui surmonte le pied est un bourrelet palléal, et que la saillie musculaire placée au-dessus correspond au muscle columellaire, d'autant qu'elle sert à attacher la coquille au corps. L'innervation du pied ne rappelle en aucune façon l'innervation du pied de la Patelle. Mais si l'on ajoute aux caractères communs que je ne puis signaler ici la présence d'une glande double tubuleuse qui s'ouvre par un seul conduit sur le bord buccal, et l'existence d'une glande de la Pourpre située au voisinage du rectum, on pourra conclure que le Concholepas est une Pourpre modifiée par une adaptation, qui a produit l'atrophie du lobe postérieur du pied (dont on retrouve les traces), et le développement énorme du lobe antérieur, à la suite duquel les viscères sont venus se loger sur le dos. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Ascidies composées de la tribu des* Diplosomidæ. Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Robin.

« En 1859, Mac Donald signala à l'attention des zoologistes une Ascidie composée, dont la masse viscérale paraissait surmontée d'une double chambre branchiale et qu'il nomma *Diplosoma Rayneri*. Plus tard, la même particularité ayant été observée sur d'autres Synascidies, habitant nos côtes françaises, M. Giard proposa de les réunir avec le *Diplosoma* dans un groupe particulier, auquel il imposa la dénomination de *Diplosomidæ*.

» La plupart des individus entrant dans la composition d'un cormus de *Diplosomidæ* portent un bourgeon, dont la région branchiale est surtout bien visible, d'où l'apparence qui avait trompé Mac Donald; mais, en réalité, ce bourgeon est un blastozoïte complet, ainsi que l'ont reconnu depuis tous les observateurs.

La tribu des *Diplosomidæ* renferme trois genres, les *Diplosoma* de Mac Donald, puis deux autres genres, *Astellium* et *Pseudodidemnum*, créés par M. Giard.

» La seule espèce du genre *Astellium*, *Ast. spongiforme*, n'est pas rare à

Saint-Vaast-la-Hougue. Toutefois une observation attentive des Cormus vivants m'a montré que les orifices oraux ne sont point entiers, mais pourvus de six dents, très courtes à la vérité. Je propose, en conséquence, de changer le nom d'*Astellium* en celui de *Brevistellium*.

» Le *Pseudodidemnum* que j'ai recueilli dans la même localité est distinct du *Pseudocristallinum* de M. Giard. Je ne puis dire d'autre part s'il doit être identifié au *Didemnum gelatinosum* de Ganin. Je le désigne provisoirement sous le nom de la plante *Zostera marina*, sur laquelle on le trouve exclusivement dans l'été et l'automne, et je l'appelle *Pseudodidemnum zosterarum*.

» La façon dont naît le blastozoïte a été étudiée, surtout par Ganin et par Giard. Je vais exposer ici le résultat de mes observations, qui ne concorde pas entièrement avec celui de ces naturalistes, lesquels, d'ailleurs, ne comprennent pas eux-mêmes le bourgeonnement de la même façon. Je dois ajouter que la solution de cette question est entourée de sérieuses difficultés.

» Le bourgeon, qui doit donner naissance à une nouvelle Ascidie, procède non point de la région pylorique, comme on l'a cru, mais de la région œsophagienne du parent. Il apparaît, à son origine, comme une saillie en doigt de gant, non pas du manteau seulement, mais encore de la paroi elle-même du tube digestif. Ce bourgeon allongé se divise promptement en deux parties : l'une A, qui doit former la cage thoracique, l'œsophage et l'intestin terminal, l'emporte de beaucoup par la rapidité du développement et les dimensions sur l'autre partie B, qui représente une sorte de talon.

» De très bonne heure, la première partie A s'organise en chambre branchiale à son extrémité terminale, tandis que sa portion inférieure tubuleuse, qui correspond à l'œsophage, communique avec le parent. Cette portion fournit un diverticulum qui remonte sur le côté dorsal (orientation de M. Milne-Edwards) pour donner naissance à l'intestin terminal. A ce moment, l'ensemble de la partie A présente la figure d'un Y, sur les deux branches duquel reposerait la cage respiratoire.

» La deuxième partie B du bourgeon, demeurée beaucoup plus petite et sous la forme d'un talon, se trouve alors à la bifurcation de l'Y et s'est creusée d'une cavité tubulaire en U, qui s'abouche avec les deux branches de cet Y, c'est-à-dire avec le tube œsophagien d'un côté et l'intestin terminal de l'autre. Ce talon B forme principalement la partie moyenne du tube digestif et peut-être aussi la glande génitale.

» Ainsi, d'après mes observations, le blastozoïte d'un *Diplosomidæ* ne naît pas, à vrai dire, de deux bourgeons distincts, mais des deux parties d'un bourgeon primitivement unique, parties qui demeurent solidaires pendant tout le processus évolutif du blastozoïte.

» Au terme de ce processus, le blastozoïte est sérié par l'atrophie du canal qui fait communiquer son tube digestif avec celui de son parent, et il n'est plus relié à ce dernier que par un prolongement de l'enveloppe palléale.

» Les *Diplosomidæ* ne sont pas les seules Ascidies composées des côtes de la Manche présentant l'apparence qui avait frappé Mac Donald. Les Leptocliniens portent aussi des blastozoïtes semblablement disposés, et fréquemment un parent en possède même deux ou trois. Il conviendrait donc peut-être de réunir déjà les Leptocliniens aux *Diplosomidæ* dans un groupe auquel on pourrait appliquer le nom d'*Oligosomidæ*. Les premiers se distingueraient des seconds par la présence de spicules.

» Il n'est point possible de conserver la division des *Diplosomidæ* proposée par M. Giard, avec doute, à la vérité. Le prolongement curieux, *spurlike appendage*, de la région de l'endostyle, observé et figuré par Mac Donald dans le *Diplosoma Bagneri*, n'est point absent, comme le supposait M. Giard, chez les *Pseudodidemnum* et les *Astallium*. L'emploi de réactifs appropriés permet de le reconnaître avec la plus grande netteté, non seulement dans ces deux genres, mais aussi chez les Leptocliniens.

» Le *spurlike appendage* est un prolongement conique, inséré à la partie inférieure et antérieure du sac branchial, dont il atteint et dépasse même quelquefois la longueur elle-même. Bien qu'il semble le prolongement de l'endostyle, il n'a, en réalité, aucune continuité avec lui et en diffère totalement par sa structure. Il est formé d'un faisceau de fibres musculaires, que revêt une dépendance de la tunique palléale. Ce faisceau se partage à sa base en deux autres : l'un, antérieur, très grêle, se bifurque lui-même pour suivre les bords externes de l'endostyle et venir s'entrecroiser avec les constricteurs de l'orifice oral; l'autre, postérieur, beaucoup plus fort, qui se subdivise également en deux antres qui parcourent le bord dorsal, se séparent pour l'ouverture du cloaque, atteignent en divergeant le ganglion nerveux et vont s'entrecroiser encore avec le constricteur oral.

» J'aurai à rechercher ultérieurement si le *spurlike appendage* n'est point un organe embryonnaire persistant, organe dont l'importance me paraît avoir été singulièrement exagérée. Je dois dire qu'il se retrouve aussi bien sur les blastozoïtes que sur les oozoïtes des Leptocliniens et des *Diplosomidæ*. »

ZOOLOGIE. — *Considérations sur les Échinides du terrain jurassique de la France.* Note de M. Cotteau, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Ayant eu récemment l'occasion d'étudier, au double point de vue de la zoologie et de la stratigraphie, les Échinides du terrain jurassique de la France, dont le nombre dépasse cinq cents, j'ai reconnu que cette étude était de nature à jeter quelque lumière sur le développement successif des différents types d'Échinides. Si, avant le commencement de la période jurassique, dans le terrain carbonifère et dans le trias, d'assez nombreuses espèces d'Échinides ont été signalées, leurs genres sont cependant très peu variés; dans les couches qui appartiennent au lias et à ses divers étages, ils sont encore bien peu abondants, et c'est seulement dans les étages bajocien et bathonien que les Échinides se présentent pour la première fois avec une étonnante variété de formes et de caractères nettement tranchés. En France, les couches jurassiques sont relativement très étendues et très riches en fossiles. Dans ces mers tranquilles, en général peu profondes, parsemées d'îles nombreuses et souvent de récifs madréporiques très puissants, les Échinides ont trouvé des conditions d'existence éminemment favorables. Ainsi s'expliquent, sur certains points, la multiplicité des genres et des espèces, et la profusion très grande de certains individus.

» Les Échinides sont irrégulièrement répartis dans les divers étages : ils abondent surtout dans les étages bajocien et bathonien, dans l'étage corallien inférieur et supérieur, sans doute en raison des stations coralligènes qui marquent ces époques. Les Échinides sont moins nombreux en genres et en espèces dans les couches marneuses, calloviennes et oxfordiennes, qui séparent ces deux grands groupes, ainsi que dans les deux étages calcaréo-marneux, kimméridgien et portlandien, qui terminent la série jurassique.

» Bien qu'un nombre assez considérable d'espèces soient parfaitement caractéristiques des étages dans lesquels on les rencontre, plusieurs espèces cependant passent d'un étage dans l'autre. Mais ces passages, que nous avons toujours eu le soin de constater, n'ont pas autant d'importance qu'on pourrait le croire, et, s'ils ont lieu assez fréquemment dans les étages immédiatement en contact, étages bajocien et bathonien, étages oxfordien et corallien, étages kimméridgien et portlandien, ils sont beaucoup plus rares dans des groupes éloignés les uns des autres, et c'est à

peine si deux ou trois espèces sont communes entre les étages bajocien et corallien, entre les étages corallien et portlandien.

» Les cinq cent vingt-cinq espèces d'Échinides jurassiques que j'ai décrites sont réparties dans cinquante genres. Ces genres, qui apparaissent successivement dans la série des étages, ont des phases de développement bien différentes et qu'il est intéressant de constater. L'un des genres les plus curieux est assurément le genre *Cidaris*; il existait déjà à l'époque du trias et se montre dans tous les étages des terrains jurassique, crétacé, tertiaire, et aujourd'hui encore il est répandu dans la plupart de nos mers. Autour de lui tous les genres disparaissent; toutes les formes se modifient : seul, il franchit la série innombrable des étages, laissant partout de nombreuses espèces, mais conservant intacts ses caractères génériques. D'autres genres, au contraire, et souvent les plus étranges par l'ensemble de leurs caractères, se montrent dans certaines couches, s'y développent avec plus ou moins de profusion, et disparaissent bientôt complètement, sans que rien les rappelle, de près ou de loin, dans les dépôts qui viennent au-dessus : tels sont les *Grasia*, les *Pileus*, les *Pachyclypeus*, les *Phymechinus*, etc.

» Sur les cinquante genres que nous avons signalés, vingt-quatre sont particuliers au terrain jurassique : *Grasia, Clypeus, Pseudodesorella, Galeroclypeus, Hyboclypeus, Desorella, Pachyclypeus, Pileus, Diplocidaris, Pseudosalenia, Asterocidaris, Hemipygus, Heterocidaris, Cidaropsis, Diademopsis, Microdiadema, Pleurodiadema, Acropeltis, Glypticus, Pedina, Pseudopedina, Echinodiadema* et *Phymechinus*. Les vingt-six autres genres persistent dans le terrain crétacé, mais plusieurs d'entre eux ont eu leur grande phase de développement à l'époque jurassique : tels sont les *Collyrites*, représentés par dix-huit espèces, les *Pygaster*, représentés par douze espèces, les *Acrosalenia*, représentés par vingt-quatre espèces sur lesquelles quinze appartiennent au seul étage bathonien, les *Pseudodiadema* dont on compte cinquante-trois espèces. Tous ces genres et d'autres encore disparaissent dans les couches inférieures du terrain crétacé où ils n'offrent plus que quelques rares espèces. Au contraire, les genres *Pyrina, Peltastes, Cyphosoma, Goniopygus, Codiopsis*, très rares à l'époque jurassique et seulement dans les couches supérieures, rencontrent à l'époque crétacée un milieu beaucoup plus favorable et y multiplient leurs nombreuses espèces.

» Quatre seulement des cinquante genres jurassiques, *Pyrina, Cidaris, Cyphosoma* et *Stomechinus* persistent dans le terrain tertiaire. Les genres *Cidaris* et *Stomechinus* sont les seuls qui existent dans les mers actuelles. »

PHYSIOLOGIE. — *Variations de la durée du double appui des pieds dans la marche de l'homme.* Note de M. **Demeny**, présentée par M. Marey.

« Dans la marche de l'homme, contrairement à ce qui se passe dans la course, lorsqu'un pied pose sur le sol, l'autre ne l'a pas encore quitté. Il y a donc un moment, généralement assez court, où le corps repose à la fois sur deux pieds : c'est ce qu'on appelle *phase de double appui*. Comme la durée de cette phase varie sous certaines influences, nous avons cherché à mesurer d'une manière précise ces variations.

» C'est à l'emploi du signal électrique de M. Deprez que nous avons eu recours pour ces expériences.

» Ce signal ne devant agir qu'au moment où les deux pieds à la fois reposent sur le sol, nous avons adapté sous la semelle des chaussures des plaques de métal qui n'arrivaient au contact les unes avec les autres que sous l'influence de l'appui des pieds. Le circuit d'une pile portative traversait successivement l'une et l'autre chaussure, ainsi que le signal électrique : il n'était donc fermé qu'au moment de l'appui simultané des deux pieds. Dans la disposition adoptée, le contact électrique avait lieu pour chaque pied, quelle que fût la partie, pointe ou talon, qui posât sur le sol.

» Le marcheur tenait à la main un appareil inscripteur, portatif comme dans les expériences analogues de M. Marey. Avec cette disposition nous avons fait d'abord une série d'expériences en variant la fréquence du pas, afin de déterminer l'influence que cette fréquence exerce sur la durée absolue et relative du double appui.

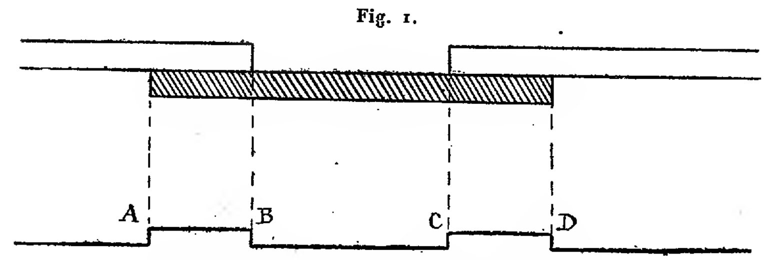
» La figure théorique 1 montre, en haut, la notation ordinaire des appuis et levés des pieds; celle du pied gauche, teintée de hachures, coïncide visiblement, à son début et à sa fin, avec celle des appuis du pied droit.

En bas, le tracé du signal électrique exprime parfaitement ces coïncidences : les longueurs AB et CD, correspondant aux déviations du style par le passage du courant électrique, mesurent exactement les durées du double appui. La même ligne exprime par la longueur AD la durée de l'appui d'un pied et par la longueur BC la durée du levé; enfin AC exprime la durée d'un demi-pas.

» D'après une série de tracés du signal électrique recueillis pendant la

marche, en faisant varier le nombre des pas de 40 à 100 par minutes, on

Fig. 1.

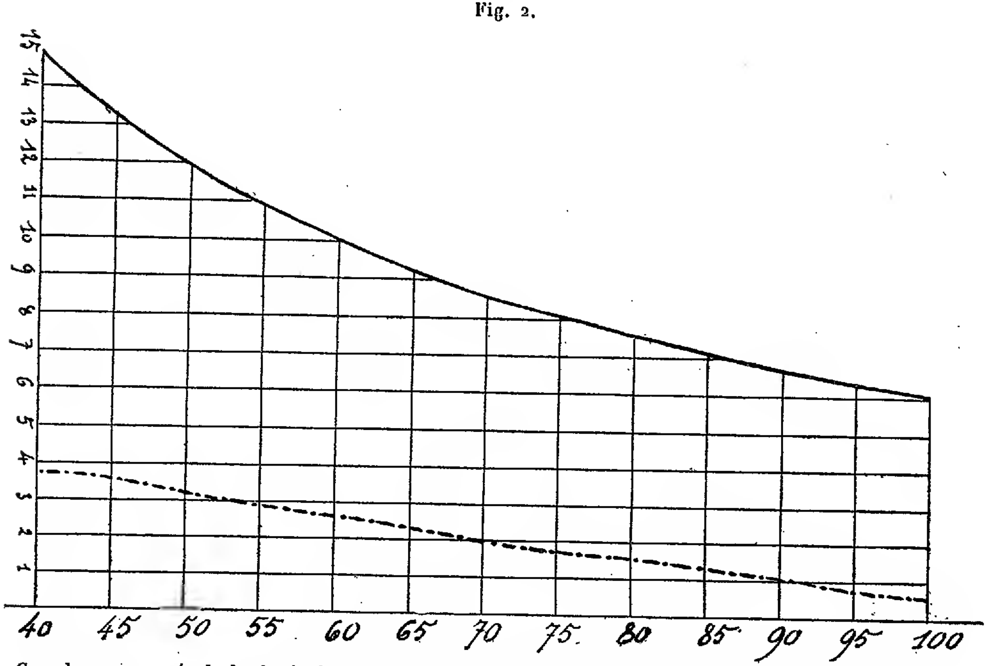


Inscription électrique de la durée du double appui.

AD. Durée de l'appui d'un pied.
BC. » Levé.
AB. » Double appui.
AC. » Demi-cadence.

a construit la *fig.* 2, dans laquelle les fréquences des pas sont portées sur l'axe des abscisses et les durées comptées sur les ordonnées. La courbe su-

Fig. 2.



Grandeur comparée de la durée du demi-pas et de la durée du double appui dans la marche de l'homme.
Les ordonnées sont proportionnelles aux durées du demi-pas et du double appui en vingtièmes de seconde.
Les cadences sont portées en abscisses et augmentent de 5 en 5 pas à la minute depuis 40 jusqu'à 100.

périeure exprime, en vingtièmes de seconde, les variations de la durée du

demi-pas sous l'influence de la fréquence; la courbe inférieure ponctuée exprime les variations de la durée du double appui.

» On voit que, pour toute fréquence des pas, il y a dans la marche une phase de double appui. Mais la durée de ce double appui diminue plus vite que celle du demi-pas quand la marche s'accélère. Les écarts extrêmes ont été de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{8}$ de la durée du demi-pas; en valeur absolue, de $\frac{7}{40}$ à $\frac{2}{40}$ de seconde.

» Dans une autre série d'expériences nous avons étudié l'influence de la charge portée. En accroissant graduellement cette charge de 0^{kg} à 40^{kg}, nous avons vu la durée du double appui s'accroître, pour atteindre presque la moitié de la durée du demi-pas quand le poids porté était de 40^{kg}.

» Nous avons varié ces expériences : tantôt nous imposions au marcheur une cadence de soixante pas à la minute et tantôt nous le laissions libre de régler à volonté la fréquence de ses pas. Dans ce dernier cas, l'allongement du double appui a atteint son maximum.

» Enfin nous avons constaté que la fatigue du marcheur allonge chez lui la période de double appui; nous espérons même trouver dans cet allongement une sorte de signe objectif de la fatigue. Sur ce point nous nous proposons de faire des recherches plus approfondies. Nous étudierons également les effets de la pente et de la nature du terrain. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des végétaux*. Note de MM. **G. Bonnier** et **L. Mangin**, présentée par M. Debray [1].

« Dans une Note récente, relative à la respiration des feuilles du Fusain du Japon, MM. Dehérain et Maquenne ont donné, pour la valeur du rapport des gaz échangés, des nombres qui ne sont pas les mêmes que ceux que nous avons publiés.

» Ces auteurs attribuent la différence des résultats obtenus à la différence des méthodes employées. Nous avons repris, avec la même espèce, les mêmes expériences, en employant à la fois la méthode qu'ont suivie MM. Dehérain et Maquenne et la nôtre. Nous avons trouvé les mêmes nombres par les deux méthodes, et ces nombres sont ceux que nous avons déjà publiés pour le Fusain, au même état de développement. Citons les résultats suivants :

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire des recherches botaniques de l'École Normale.

Feuilles adultes de Fusain du Japon (mai et juin 1885).

		Par notre méthode.	Par la méthode qu'emploient MM. Dehérain et Maquenne.
Valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$	à 0°	0,97	0,97
	à 15	0,98	0,99
	à 35	0,97	0,98

» On le voit, les résultats sont les mêmes; on ne trouve pas pour cette espèce le rapport 1,2 signalé par les auteurs que nous venons de citer. En outre, par l'emploi de cette méthode comme par les autres, on peut vérifier une fois de plus ce que nous avons démontré : c'est que le rapport des gaz échangés est indépendant de la température, dans des limites assez étendues.

» En cherchant à expliquer les divergences qui existent entre leurs résultats et les nôtres, MM. Dehérain et Maquenne ont cru trouver une cause d'erreur dans le fait que nous négligerions la quantité d'acide carbonique qui peut se condenser dans les tissus. Ces auteurs ont même donné les résultats d'expériences destinées à mettre cette prétendue cause d'erreur en évidence.

» Deux prises successives faites dans l'atmosphère confinée où avaient respiré les feuilles leur ont donné les valeurs suivantes : première prise, 1,05; deuxième prise, 1,40. Nous avons aussi répété ces expériences et nous trouvons, dans les mêmes conditions : première prise, 0,99; deuxième prise, 0,98. Le rapport ne varie pas. Ainsi, *cette cause d'erreur présumée n'a aucune influence sensible.*

» L'explication de la divergence des résultats n'est donc pas due à la différence des méthodes employées. Il est, par suite, à supposer que les erreurs proviennent des analyses.

» Pour savoir si elles proviennent des nôtres, nous avons cherché à contrôler nos résultats sans faire aucune analyse de gaz. Il suffit, comme nous l'avons déjà indiqué dans nos précédentes recherches, d'adapter un manomètre au récipient renfermant les branches feuillées. Le récipient étant placé à une température constante, les variations de pression de l'atmosphère confinée indiqueront le sens dans lequel varie le rapport des gaz échangés. Si ce rapport était 1,2, comme l'affirment MM. Dehérain et Maquenne, pour le Fusain du Japon, on devrait observer une augmentation notable dans la pression de l'atmosphère confinée. Or, en

opérant ainsi, nous avons toujours constaté que la pression reste invariable avec les feuilles de Fusain adulte cueillies au mois de juin, et qui nous donnent le rapport 0,99. Lorsque nous opérions avec de jeunes feuilles de Fusain qui donnaient encore, au mois de mai, le rapport 0,85, nous observions une diminution notable de la pression. Dans ces expériences, la dénivellation mesurée au cathétomètre était égale à la dénivellation calculée d'après l'analyse. Ceci démontre l'exactitude de nos analyses et des résultats qu'elles nous ont fournis.

» Nous n'avons, en aucun cas, observé d'augmentation de pression dans l'atmosphère confinée, avec les feuilles de Fusain du Japon examinées depuis l'automne jusqu'au milieu de juin, et, par suite, le rapport des gaz échangés chez cette espèce n'est, pour cette période, jamais supérieur à l'unité; or c'est pendant cette même époque que, d'après MM. Dehérain et Maquenne, le rapport serait égal à 1,2.

» Nous n'avons pas dit d'ailleurs que, pour d'autres espèces, le rapport des gaz échangés ne peut dépasser l'unité à un certain état de développement. Nous avons même donné pour le Marronnier des valeurs dépassant quelque peu l'unité (1) et nous avons rappelé que M. Godlewski a trouvé aussi le rapport supérieur à 1, en étudiant les branches de certaines plantes portant des fruits en voie de maturation. D'ailleurs, en cette saison même, plusieurs espèces peuvent donner pour la respiration un rapport un peu plus grand que l'unité (Marronnier, Troène, Lierre); mais il ne faudrait pas en conclure que cela est général. Beaucoup d'autres plantes, comme le Fusain, donnent des valeurs qui ne dépassent pas l'unité; d'autres, comme le Genêt, fournissent des nombres sensiblement inférieurs à 1, même pour des branches fleuries ou portant des gousses déjà longues de $0^m,04$.

» A cet égard, le Tabac est particulièrement intéressant à suivre. Les feuilles jeunes ou âgées, même en voie de dépérissement, les boutons et les fleurs, pendant la nuit ou à l'obscurité pendant le jour, nous ont donné jusqu'à présent des rapports inférieurs à l'unité. Par le fait seul de la respiration, il y a donc oxydation chez le Tabac depuis la germination jusqu'à la floraison. Il en est de même chez les Gymnospermes que nous avons étudiées. Ces résultats ont été contrôlés par la mesure de la dénivellation au manomètre.

(1) *Ann. des Sciences nat. Bot.*, 6e série, t. XIX, p. 235.

» On voit par là que le maximum du rapport $\frac{CO^2}{O}$, pendant la saison de vie active, est très variable suivant les espèces [1]. Ce n'est donc pas par la respiration seule qu'on peut expliquer l'accumulation d'hydrogène dans les plantes. Ce n'est sans doute qu'en tenant compte de tous les échanges entre la plante et l'extérieur qu'on pourra trouver la solution du problème si intéressant posé par M. Schlœsing à la suite de la Communication citée plus haut. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle de la strengite.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Fouqué.

« Plusieurs chimistes ont préparé des produits amorphes dont la composition est presque identique à celle de la strengite indiquée ci-dessous. Ainsi M. Rammelsberg (*Ann. Chem. Pharm.*, t. LVI, p. 211) a obtenu un précipité qui contient : Fe^2O^3, 41,90; P^2O^5, 36,50, et H^2O, 20,20, en traitant une solution d'alun de fer et d'ammonium par un excès de phosphate de sodium; M. Debray (*Ann. de Chim.*, 3e série, t. LXI, p. 437) a obtenu une matière mamelonnée contenant : Fe^2O^3, 44,0, et H^2O, 19,3 en laissant exposée à l'air une dissolution de fer dans l'acide phosphorique; et en chauffant au bain-marie une solution d'acide phosphorique avec un excès d'hydrate ferrique; M. Erlenmeyer (*Ann. Chem. Pharm.*, t. CXCIV, p. 194) a préparé un corps qui contient : Fe^2O^3, 41,09; P^2O^5, 38,60, et H^2O, 20,31.

» J'ai préparé la strengite en petits cristaux très nets en chauffant en tube scellé à 180°-190°, pendant quelques heures, 26cc d'une dissolution du sel $Fe^2Cl^6 + 12Aq$ dans la moitié de son poids d'eau avec 4cc-5cc d'une solution d'acide phosphorique du poids spécifique 1,578. On obtient ainsi un dépôt de cristaux microscopiques colorés en rose, qui sont solubles dans l'acide chlorhydrique et insolubles dans l'acide nitrique.

» En diminuant la quantité d'acide phosphorique dans l'opération précédente on obtient des cristaux beaucoup plus petits qu'en employant la quantité indiquée ci-dessus, et si l'on augmente la quantité de cet acide, le dépôt de cristaux devient moins abondant ou bien la liqueur reste par-

(1) A ce propos nous ferons remarquer que, d'après les résultats publiés dans notre précédente Note sur la respiration, puisque le rapport des gaz échangés varie beaucoup avec les saisons, il est préférable de substituer le mot *maximum spécifique* du rapport au terme *constante spécifique*, que nous avions employé dans un de nos Mémoires.

faitement claire. Si, dans ce dernier cas, l'excès de l'acide phosphorique n'est pas trop fort, on peut encore obtenir des cristaux de strengite en élevant un peu la température, mais toutefois on ne doit pas dépasser 210°, parce qu'alors il ne se forme plus de strengite, mais des cristaux verts d'un phosphate basique dont je n'ai pas encore terminé l'examen. En chauffant, en tube scellé, à 150°-200° une dissolution d'hydrate ferrique dans un excès d'acide phosphorique, on n'obtient qu'un précipité amorphe.

» La composition des cristaux colorés en rose est celle de la strengite naturelle $Fe^2(PO^4)^2 + 4H^2O$, ainsi que le montrent les nombres suivants donnés par l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Fe^2O^3	2,59	2,78
P^2O^5	37,94	37,97
H^2O	19,25	19,25
	99,78	100,00

» Le poids spécifique des cristaux est égal à 2,74 à 15°. La strengite naturelle possède un poids spécifique s'élevant à 2,87 d'après M. Nies (*Jahrb. f. Min.*, p. 8; 1877). Un essai que j'ai fait avec une parcelle de strengite naturelle, en me servant de la liqueur iodo-mercuro-potassique, tend à établir que le poids spécifique de ce minéral doit être compris entre 2,70 et 2,80.

» La strengite artificielle ne paraît pas identique à la strengite naturelle au point de vue cristallographique. En effet, tandis que cette dernière est orthorhombique, la strengite artificielle est monoclinique.

» Elle est aplatie suivant g^1, allongée suivant l'arête h^1g^1. L'angle aigu de la face g^1 est égal à environ 65°. L'angle d'extinction sur cette face par rapport à l'arête h^1g^1 est de 38°. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1, et le plus petit axe d'élasticité dirigé vers l'angle aigu de cette face.

» Sur les faces p et h^1, assez développées, les extinctions sont longitudinales et le signe de l'allongement positif. Les macles sont fréquentes, les principales se font suivant h^1 et p comme faces de jonction avec axe de rotation perpendiculaire à ces faces. Il en résulte que ces macles vues suivant g^1 donnent des sections symétriques et simulent des sections d'un cristal orthorhombique, mais les faces en question vues en lumière polarisée se décomposent en deux ou en quatre secteurs à extinctions obliques. La biréfringence de la substance est très marquée, comparable par exemple à celle du gypse. »

GÉOLOGIE. — *Symétrie de situation des lambeaux archéens des deux versants du Guadalquivir : rapport avec les principales dislocations qui ont donné à l'Espagne son relief*. Note de M. J. MACPHERSON, présentée par M. Daubrée.

« Malgré la complexité du relief de l'Espagne, on trouve dans sa structure des traits d'une simplicité extrême et d'une régularité géométrique.

» Les montagnes de l'Andalousie présentent, dans leur partie méridionale, quatre grands massifs constitués par des roches archéennes et qui affleurent le long de la Méditerranée; ces massifs, indépendants les uns des autres, atteignent des altitudes considérables; le point culminant de l'Espagne se trouve dans l'un d'eux. Tous les accidents géologiques de ces lambeaux sont orientés de sud-ouest à nord-est.

» Si l'on prolonge par la pensée ces quatre massifs de roches anciennes, dans la direction ouest-nord-ouest, à travers les dépôts plus récents qui remplissent la vallée du Guadalquivir, on est frappé de voir, sur la rive droite, quatre autres grands lambeaux de ces mêmes roches archéennes, qui correspondent exactement à ceux de la rive gauche.

» Cette disposition des masses rocheuses pourrait faire croire à une structure synclinale pour la vallée du Guadalquivir; mais les faits sont plus complexes. En effet, ces lambeaux, au lieu d'être parallèles au thalweg du fleuve, le coupent sous un angle considérable. Ils sont extrêmement allongés dans la direction ouest-nord-ouest et s'étendant à travers le plateau central lui-même jusqu'au delà des frontières de Portugal.

» Cette symétrie, très remarquable dans la manière dont les masses archéennes affleurent en Andalousie, est le résultat des dislocations qui se sont succédé dans la Péninsule pendant de longues périodes géologiques; leur simplicité les rend d'autant plus dignes d'intérêt.

» Les nombreux mouvements qui ont accidenté le sol de l'Espagne, depuis les époques les plus reculées, peuvent être ramenés à trois systèmes principaux.

» Le système le plus ancien est antérieur aux terrains paléozoïques; toutes ses dislocations ont une orientation variant peu et qui est moyenne de sud-ouest à nord-est.

» Le second système est sans doute celui qui a la plus grande part dans la structure actuelle de la Péninsule. Il paraît avoir commencé à la fin de la période silurienne et ne s'être terminé qu'avec la cessation des grands

épanchements de roches éruptives de l'époque carbonifère. Ses alignements sont d'est-sud-ouest à ouest-nord-ouest.

» Après cette époque et au commencement de la période secondaire, un troisième système de cassures s'est inauguré en produisant des séries de failles et de plissements orientées d'ouest-sud-ouest à est-nord-est. Ce sont elles qui donnent leur principal relief à la vallée du Guadalquivir et aux montagnes qui la bordent.

» En étudiant la structure des massifs archéens de l'Espagne, on voit en général que les plissements des couches, aussi bien que les failles principales, sont orientées de sud-ouest à nord-est, tandis que les couches siluriennes ont subi de grands plissements orientés d'ouest-nord-ouest à est-sud-est, c'est-à-dire parallèles aux grands affleurements granitiques qui s'étendent de la Galice jusqu'au Guadalquivir.

» On ne peut douter que les ploiements des couches archéennes ne soient antérieurs au silurien quand on étudie le rapport de ces formations dans les lieux qui ont souffert les plus forts ridements siluriens. En Galice, par exemple, en marchant dans la direction nord-est à sud-ouest, on rencontre la succession des couches siluriennes, ainsi que la disposition normale des bandes de granite, tandis que la succession archéenne ne se montre que très imparfaitement. Si, au contraire, on coupe le terrain de nord-ouest à sud-est, c'est alors que l'on voit se dérouler la succession normale de ces derniers terrains.

» Le résultat immédiat de ce double système de cassures a été de produire, sur les roches les plus profondément situées du sol de l'Espagne, des séries de segments. La forme de ces segments est naturellement fonction de la plus ou moins grande résistance que les roches offraient à la fracture et, de plus, au nombre et à la grandeur des cassures.

» Dans les cas les plus généraux, il s'est produit des lambeaux étroits et extrêmement allongés, parallèlement au plissement des couches siluriennes, comme ceux que je viens de signaler dans l'Andalousie.

» Ailleurs, comme dans la chaîne Carpetane, il reste un massif indépendant, principalement allongé dans le sens de ses propres dislocations. Ce massif, borné au nord-est par les failles qui limitent le plateau central, parallèlement à la vallée de l'Èbre, et au sud-ouest par les épanchements granitiques qui traversent l'Espagne, de la Galice au Guadalquivir, conserve tout à fait ses allures primitives.

» Comme contraste à la chaîne Carpetane, je citerai celui qui traverse les provinces de Badajoz et Séville et qui réapparaît, au delà des terrains

plus récents de la vallée du Guadalquivir, dans le massif de la sierra Tejea.

» Dans ce lambeau brisé et disloqué en tous sens, non seulement par les dislocations de l'époque paléozoïque, mais encore par la plus récente de la vallée du Guadalquivir, il devient quelquefois difficile de découvrir les empreintes des dislocations anciennes. »

M. F. Jean adresse une Note « sur les huiles propres à la fabrication des dégras ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 8 juin 1885.)

Page 1437, lignes 14 et 15, *au lieu de* avec plusieurs de mes préparateurs, *lisez* avec plusieurs de mes préparations.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

M. le **Président** prononce les paroles suivantes :

« J'ai la triste mission d'annoncer à l'Académie une nouvelle perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Tresca*, Membre de la Section de Mécanique, décédé le 21 juin. M. Tresca était un de nos Confrères les plus sympathiques. Sorti l'un des premiers de l'École Polytechnique en 1835, c'est du côté de l'Industrie qu'il tourna d'abord son activité; mais quand la fortune lui devint contraire, il retourna à la Science qui lui est restée toujours fidèle. C'est à elle, en effet, qu'il a dû d'occuper dans l'enseignement les hautes situations auxquelles il s'est élevé et de réunir les titres qui lui ont ouvert en 1872 les portes de l'Académie des Sciences. L'Académie perd dans M. Tresca l'un de ses Membres les plus assidus et les plus actifs. »

Ses obsèques doivent avoir lieu mercredi prochain.

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que la séance publique sera levée immédiatement après le dépouillement de la Correspondance par M. le Secrétaire perpétuel.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'appareil du D*r Raphaël Dubois *pour les anesthésies par les mélanges titrés de chloroforme et d'air*. Note de M. **Paul Bert**.

« Lorsque j'ai présenté, l'année dernière, à l'Académie les premiers résultats des chloroformisations faites sur l'homme par ma méthode des mélanges titrés de chloroforme et d'air, les principales objections qui me furent faites eurent trait au dispositif instrumental. Je me servais alors de gazomètres d'un grand volume, que l'on accusa, non sans raison, d'être trop encombrants. J'avais des reproches plus importants à leur faire : il était difficile avec eux de modifier le titrage du mélange, et leur emploi exigeait l'intervention d'un aide très attentif et très expérimenté.

» Je fis appel à l'ingéniosité des constructeurs, leur demandant d'imaginer un appareil portatif, peu fragile, facile à manier, permettant aisément les changements de titrage, mesurant les doses d'une manière très exacte et, surtout, opérant le titrage d'une façon automatique. Ce dernier point est le plus important; car, s'il faut, pour anesthésier chirurgicalement un chien, employer la dose de 10^{gr} de chloroforme vaporisés dans 100^{lit} d'air, celle de 20^{gr} le tue en cinq minutes : ce qui montre bien le danger de l'intervention de l'homme, toujours sujet à erreur. J'exigeais enfin, comme condition dernière, que tous les dérangements de l'appareil, que tous les accidents, de quelque nature qu'ils fussent, eussent pour résultat de faire respirer au patient de l'air pur, sans que jamais la dose voulue de chloroforme pût être dépassée.

» Ces diverses conditions sont parfaitement réalisées par l'appareil qu'a imaginé M. le Dr Raphaël Dubois et qu'a construit M. Tatin. Je le fais fonctionner sous les yeux de l'Académie. Il consiste en un cylindre métallique de 20^{lit} de capacité, percé d'un orifice sur chacune de ses bases, et dans lequel se meut, dans le sens vertical, un piston, mis en jeu par un engrenage et une manivelle. Grâce à une poulie de renvoi et à une chaîne sans fin, chaque fois que le piston monte ou descend, il entraîne dans son mouvement un petit godet, qui puise dans un récipient la quantité voulue de chloroforme et la déverse ensuite dans un vase situé sur le trajet de l'air aspiré par le piston. Il en résulte que, à chaque mouvement de celui-

ci, les 20^{lit} d'air qu'il aspire sont titrés très exactement, et que simultanément il projette au dehors les 20^{lit} d'air qui ont été titrés dans la course précédente.

» Cet air arrive aux orifices respiratoires du patient par un tuyau de caoutchouc et un masque bordé d'une membrane qui assure un contact exact avec les contours du visage. Aucune soupape : en telle sorte que, si par impossible la machine ne fournissait pas l'air en quantité suffisante, le malade ne courrait aucun risque d'asphyxie, et respirerait de l'air pur à travers les larges trous du masque.

Cet appareil a été expérimenté avec le plus grand succès, à Paris, dans les services de MM. Labbé, Lannelongue, Panas, Péan; à Bruxelles et à Gand. C'est chez M. le Dr Péan que les opérations ont été de beaucoup les plus nombreuses; elles ont atteint aujourd'hui le nombre de 400.

» On commence par donner à l'opéré la dose de 10^{gr} de chloroforme pour 100^{lit} d'air; cependant, s'il s'agit d'un enfant, on débute par 8^{gr}. Par excès de prudence, s'il peut y avoir excès en telle matière, au bout d'une dizaine de minutes, l'anesthésie étant bien complète et la saturation obtenue, je fais remplacer le godet primitif par celui à 8 pour 100, auquel, si l'opération dure plus de vingt minutes, on substitue celui à 6 pour 100, qui suffit pour entretenir l'anesthésie pendant tout le temps nécessaire.

» Les résultats de ces observations déjà nombreuses ont été conformes à ce que j'avais antérieurement annoncé à l'Académie. Je ne puis mieux faire pour les résumer que d'emprunter les expressions mêmes de M. le Dr Thiriar, professeur agrégé à l'Université de Bruxelles, qui a exécuté une hystérectomie et trois ovariotomies avec l'aide de l'appareil Dubois.

« A part le vomissement (¹) survenu au bout de quatre minutes chez une malade qui avait mangé copieusement une heure avant l'opération, rien n'est venu entraver la marche de l'anesthésie; celle-ci a été obtenue au bout de six à sept minutes. Les patientes n'ont eu aucun de ces phénomènes de toux, de suffocation ou d'angoisse, si fréquentes lorsqu'on

---

(¹) Les vomissements pendant la chloroformisation (sauf tout à fait au début, quand l'estomac est plein) sont très rares dans la méthode des mélanges titrés. Il m'a semblé que les vomissements sont des accidents d'élimination du chloroforme; dans les procédés ordinaires ils sont fréquents, parce qu'alternativement on donne trop ou trop peu de chloroforme; avec ma méthode, ils n'arrivent que quand, par une raison quelconque, on a suspendu les inhalations; et même, quand on en aperçoit assez tôt la menace, on les arrête en replaçant le masque.

Même après l'opération, ils se sont montrés notablement moins violents et moins durables qu'avec les procédés ordinaires, surtout depuis qu'on emploie le mélange à 6^{gr}.

anesthésie par les procédés ordinaires. La période d'excitation a été très peu prononcée. Une fois obtenue, l'anesthésie a été continue, régulière, complète, sans aucune interruption. Le pouls est resté normal, la respiration était calme et paisible; le réveil des opérées a été calme et sans rien de remarquable.

» En résumé, nos opérées se sont trouvées placées dans des conditions extrêmement favorables, puisque nous leur avons procuré une anesthésie continue et régulière, avec une dose de chloroforme si faible qu'elle serait insuffisante pour procurer l'anesthésie complète. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la supériorité des tubes* à ailerons *sur les tubes lisses ordinaires, employés actuellement dans les chaudières tubulaires pour la production de la vapeur.* Note de M. J. Serve. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Phillips, Maurice Lévy.)

« Dans les chaudières tubulaires, même les plus parfaites, comme le sont les chaudières de locomotives, il y a encore une perte de chaleur considérable par suite de l'insuffisante absorption du calorique.

» Cette perte de chaleur a lieu malgré de grands développements donnés à la surface de chauffe. Ce fait s'explique par l'énorme quantité de gaz qui passe dans les tubes sans être en contact avec les parois des tubes. Le pouvoir rayonnant des gaz étant à peu près nul, la transmission du calorique ne peut se faire que par contact. La solution du problème consiste donc à augmenter les surfaces de contact.

» Les tubes que je construis réalisent la solution du problème. En effet, la conductibilité du métal transmet incessamment à la périphérie du tube la chaleur des couches concentriques à ce même tube.

» Il suit de là que le pouvoir de vaporisation est augmenté dans une très grande proportion. La quantité de chaleur absorbée (je ne parle que de celle qui serait perdue sans cela) est proportionnelle à la quantité d'ailerons et à leur saillie dans le tube.

» La saillie des ailerons dans l'intérieur du tube pourra très bien être la cinquième partie du diamètre du tube, leur épaisseur variera entre $0^m,003$ et $0^m,004$. J'estime que le nombre des ailerons devra être de dix, régulièrement répartis autour de la circonférence.

» Les économies de combustible qui résultent de l'emploi de ce système de tubes sont considérables.

» Je citerai les expériences que M. Jean Bonnardel, industriel de Lyon,

a fait faire sur la chaudière d'un de ses bateaux. La chaudière fut pourvue de tubes neufs ordinaires (lisses en cuivre). Mise en service, elle vaporisa 6930^{gr} d'eau par kilogramme de houille consommée (agglomérés de Blanzy). Les tubes lisses furent ensuite remplacés par des tubes à ailerons du nouveau système, et la chaudière vaporisa 9338^{gr} d'eau par kilogramme de houille consommée (agglomérés de Blanzy), provenant d'un même lot que pour l'essai précédent. Dans cet essai, l'économie constatée fut donc de 35 pour 100, mais il y a lieu d'observer que dans cette chaudière la surface de chauffe des tubes n'est que trois fois celle du foyer, alors que dans les locomotives elle est facilement huit, dix et même douze fois plus considérable. Dès la mise en pression de la chaudière, il fut facile de constater que l'économie serait sensible. En effet, en marchant avec les tubes lisses, la base de la cheminée, qui est en tôle, carbonisait le papier qu'on appuyait contre, alors que le papier restait intact avec les tubes à ailerons. Ce bateau est actuellement en service régulier et très satisfaisant.

» Ces essais ont permis de constater qu'il n'y a aucun danger de voir les ailerons attaqués par les flammes; le tirage s'effectue parfaitement malgré les ailerons; les tubes à ailerons ne s'obstruent pas plus que les tubes ordinaires et ils se brossent aussi bien avec des brosses-écouvillons.

» Afin d'avoir un point de départ qui montre la supériorité des nouveaux tubes sur les tubes lisses, j'ai fait construire un appareil comparatif.

» Ce sont deux cylindres verticaux d'une contenance de 10^{lit} d'eau chacun. Ils sont traversés de part en part, l'un par un tube lisse en cuivre de $0^{m},05$ de diamètre, l'autre par un tube à ailerons de même diamètre et de même épaisseur que le précédent. Du reste, le diamètre de ces tubes est celui qui est généralement adopté pour les locomotives.

» Au-dessous de chacun de ces tubes est installé un réchaud à gaz d'éclairage; chacun de ces réchauds est pourvu d'un compteur à gaz. Mais, afin de bien prouver l'efficacité de la transmission du calorique par les ailerons, j'ai disposé le tube à ailerons de telle sorte que la chaleur ne puisse pas être transmise par les sections de tube qui forment les intervalles entre chaque aileron. Ce résultat est obtenu en introduisant entre chaque intervalle d'ailerons un petit tube ovale allant de bas en haut du tube; tous ces petits tubes sont réunis dans le bas par un collecteur.

» Pendant toute la durée de l'opération, un courant d'air très actif, produit par un fort soufflet, circule dans lesdits petits tubes et s'échappe par leur sommet. Cet air s'échappe à 35° de chaleur environ. Dans ces conditions, les intervalles des ailerons (section de tube) sont isolés de la

chaleur aussi complètement que possible et la chaleur ne peut guère être transmise à l'eau que par les ailerons.

» En brûlant 300^{lit} de gaz à l'heure à chacun des réchauds, l'eau de l'appareil à tube à ailerons bout en une heure dix-sept minutes, et en une heure d'ébullition l'appareil vaporise 110^{lit} d'eau, tandis que l'eau de l'appareil à tube lisse bout en deux heures deux minutes, et qu'en une heure d'ébullition l'appareil vaporise 40^{lit} d'eau.

» A la sortie du tube lisse, les gaz sont assez chauds pour mettre le feu au papier; le papier à la sortie du tube à ailerons ne change pas de couleur.

» La quantité de chaleur que perd un corps qui se refroidit étant constamment proportionnelle à l'excès de sa température sur la température ambiante, on s'explique pourquoi dans les chaudières tubulaires l'échelle de vaporisation descend si rapidement, c'est-à-dire pourquoi les premiers mètres de longueur des tubes produisent autant de vapeur alors que les derniers en produisent si peu.

» Il n'y a qu'une énorme augmentation de la surface de chauffe qui peut permettre d'absorber la chaleur des gaz à basse température. Les calculs suivants feront voir que les tubes à ailerons sont seuls susceptibles de cette énorme augmentation de surface, et cela sans autre changement aux générateurs.

» Dans le Tableau ci-après, la surface de chauffe est calculée suivant le diamètre extérieur du tube, tandis que la section pour le passage des gaz est calculée suivant le diamètre intérieur.

» L'épaisseur des tubes est supposée de 2^{mm} à tous les tubes, leur longueur de 4^{m}. L'intervalle entre chaque tube reste le même, quel que soit le diamètre du tube, et il est supposé de 0^{m},02.

Tubes lisses.

Diamètre extérieur.	Diamètre intérieur.	Nombre de tubes.	Surface totale des tubes.	Section totale intérieure des tubes.
m	m		mq	mq
0,050	0,046	180	113	0,2989
0,040	0,036	245	123	0,2491
0,030	0,026	353	133	0,1870

Tubes à ailerons (à dix ailerons de 8^{mm} sur 2^{mm},5).

m	m		mq	mq
0,050	0,046	180	228	0,2629

» On voit par ces comparaisons que dans le cas des tubes lisses, si l'on remplace 180 tubes de 0^{m},05 de diamètre par 353 tubes de 0^{m},03 de dia-

mètre (occupant la même aire que les précédents), on ne gagne que 20^{mq} de surface de chauffe et en perdant, par contre, 0^{mq},11 de section sur 0^{mq},30 (en chiffres ronds), soit plus d'un tiers.

» En transformant simplement les tubes lisses en tubes à ailerons, on double la surface de chauffe et on ne perd que $2\frac{1}{2}$ décimètres carrés de section sur 30.

» Je crois pouvoir conclure que l'avantage des tubes à ailerons sur les tubes lisses est incontestable. »

L'Académie a reçu, pour le Concours du prix Bordin (question relative à l'électricité atmosphérique), un Mémoire manuscrit portant pour épigraphe : « Je cherche la vérité. »

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un dispositif qui permet d'obtenir sans calcul le potentiel magnétique dû à un système de bobines.* Note de M. G. LIPPMANN.

« On sait que la détermination du potentiel magnétique dû à une bobine suppose, en général, que l'on connaisse les dimensions de chaque spire et que l'on évalue ensuite une série d'intégrales; le calcul est assez compliqué pour que la discussion de l'approximation numérique finale présente quelque difficulté. Il y a donc intérêt, au point de vue des mesures absolues qui impliquent la détermination d'un potentiel magnétique, à signaler un dispositif particulier qui fournit le résultat final à l'aide d'une formule simple et rigoureuse, n'exigeant ni mesures ni corrections.

» Supposons qu'au lieu d'une seule bobine on en prenne trois pareilles α, β, γ; qu'on les dispose aux sommets d'un triangle équilatéral, et de telle manière que leurs axes soient les trois côtés d'un triangle équilatéral ABC.

» Je dis que la variation du potentiel magnétique dû à ce système et pris de B en C est égale *exactement* au produit $4\pi ni$, i étant l'intensité du courant et n le nombre de spires portées par chaque bobine. Pour le démontrer, il suffit de remarquer que, si l'on prend l'intégrale des actions magnétiques exercées par la bobine α, considérée isolément, tout le long du contour du triangle ABC, cette intégrale est exactement égale à $4\pi ni$,

parce que le contour du triangle est une ligne fermée. D'autre part, on peut remplacer l'action exercée par α sur le côté CA par l'action de γ sur le côté BC; de même, on peut remplacer l'action de α sur le troisième côté CA par l'action de β sur le côté BC; de sorte qu'en définitive l'action du système des trois bobines sur le côté BC est égale à la somme des actions exercées par α sur les trois côtés de ABC, c'est-à-dire à $4\pi ni$, ce qu'il fallait démontrer.

» Donc, dans toutes les mesures où il sera nécessaire de connaître *a priori* l'intégrale des actions magnétiques dues à un courant i le long d'une droite finie BC, on pourra employer le système des trois bobines; et il sera plus simple d'employer trois bobines qu'une seule.

» La démonstration donnée plus haut pour le cas du triangle équilatéral s'applique sans difficulté au cas d'un polygone régulier de n côtés. »

PHYSIQUE. — *Influence des orages sur les lignes télégraphiques souterraines.* Note de M. **Blavier**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on a commencé, il y a quelques années, la construction des grandes lignes souterraines qui relient actuellement les principales villes tant en France qu'en Allemagne, on pensait que leurs fils conducteurs seraient complètement à l'abri des orages. Ces conducteurs, enveloppés de gutta-percha et réunis en câble, sont, en effet, protégés par une armature en fils de fer ou par un tuyau continu en fonte, et l'on sait que des corps placés dans un milieu entouré d'une enveloppe métallique en communication avec la terre restent à l'état neutre, quel que soit l'état électrique à l'extérieur.

» On a cependant constaté qu'il se produit quelquefois, par les temps d'orage, dans les bureaux desservis par des fils souterrains, des décharges électriques qui produisent des étincelles et fondent les fils fins des paratonnerres. Ces accidents sont beaucoup plus rares et ont moins de gravité que dans le cas où les fils sont aériens et ne paraissent pas de nature à troubler les transmissions; ils correspondent toujours à des orages qui éclatent dans la campagne, à une distance plus ou moins grande des villes où les fils télégraphiques souterrains sont protégés par le réseau des conduites d'eau ou de gaz au-dessous desquelles ils sont posés.

» C'est ainsi, par exemple, que, pendant un violent orage qui a éclaté le 9 mars dernier au milieu de la ligne souterraine qui relie Belfort à Besançon, on a constaté des étincelles aux deux postes extrêmes, alors que

dans les deux villes on soupçonnait à peine une perturbation atmosphérique.

» Ce phénomène, contraire en apparence à la théorie de l'électricité statique, peut s'expliquer, semble-t-il, soit par un effet d'induction électrodynamique, soit par un effet d'induction électrostatique.

» Si le câble télégraphique se trouve enterré à une faible profondeur, dans un terrain peu conducteur, ainsi que cela a souvent lieu sur les lignes, l'armature prend, sous l'influence des nuages orageux, et alors que le fil intérieur reste à l'état neutre, une charge électrique plus ou moins considérable. Au moment où un éclair éclate, cette charge devient subitement libre, au moins en partie, et s'écoule dans le sol en suivant l'armature dans les deux directions opposées.

» Il doit en premier lieu se développer dans le conducteur intérieur deux courants induits de sens contraires, dont la différence seule agit sur les appareils des postes extrêmes. Il semble toutefois que l'effet résultant doit être assez faible, d'autant plus que, le fluide libre se perdant rapidement dans le sol, l'induction ne peut être que très limitée.

» Un second effet doit résulter de ce que, la décharge de l'armature n'étant pas instantanée, son potentiel électrique décroît brusquement pendant un instant, si court qu'il soit. Le fluide libre réagit sur le conducteur intérieur qui se charge subitement d'électricité contraire par les points en communication avec le sol, c'est-à-dire par l'intermédiaire des paratonnerres et appareils des postes extrêmes, en donnant lieu aux phénomènes signalés plus haut. La charge extérieure, en s'écoulant ensuite, produit dans le conducteur un mouvement électrique de sens opposé, qui suit le premier de très près et se confond avec lui en l'annulant dans la plupart des cas. Aussi n'est-ce qu'exceptionnellement que l'on constate l'influence des orages sur les lignes souterraines. »

PHYSIQUE. — *Sur les abaissements moléculaires limites de congélation des corps dissous dans l'eau.* Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« Les abaissements moléculaires de congélation des corps dissous dans l'eau subissent, lorsqu'on fait varier la proportion d'eau dissolvante, des variations sur lesquelles j'ai appelé récemment l'attention de l'Académie et qui s'expliquent par la décomposition, l'hydratation ou la condensation des molécules dissoutes (*Comptes rendus,* 13 avril 1885). Malgré ces varia-

tions, j'ai réussi à reconnaître l'existence de lois simples, qui permettent de calculer d'avance les abaissements moléculaires de congélation de tous les corps solubles dans l'eau sans décomposition (*Comptes rendus*, 5 juin et 27 novembre 1882, 18 août 1884). Pour cela, « sans m'astreindre à prendre » toutes les dissolutions au même degré de dilution, j'ai, autant que pos- » sible, fait en sorte que leur degré de dilution fût tel que l'abaissement » du point de congélation restât compris entre 1° et 2° » (*Annales de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. II, 1884). Je vais montrer qu'on peut également vérifier ces lois sur des dissolutions concentrées, à la condition de faire plusieurs déterminations pour chaque substance.

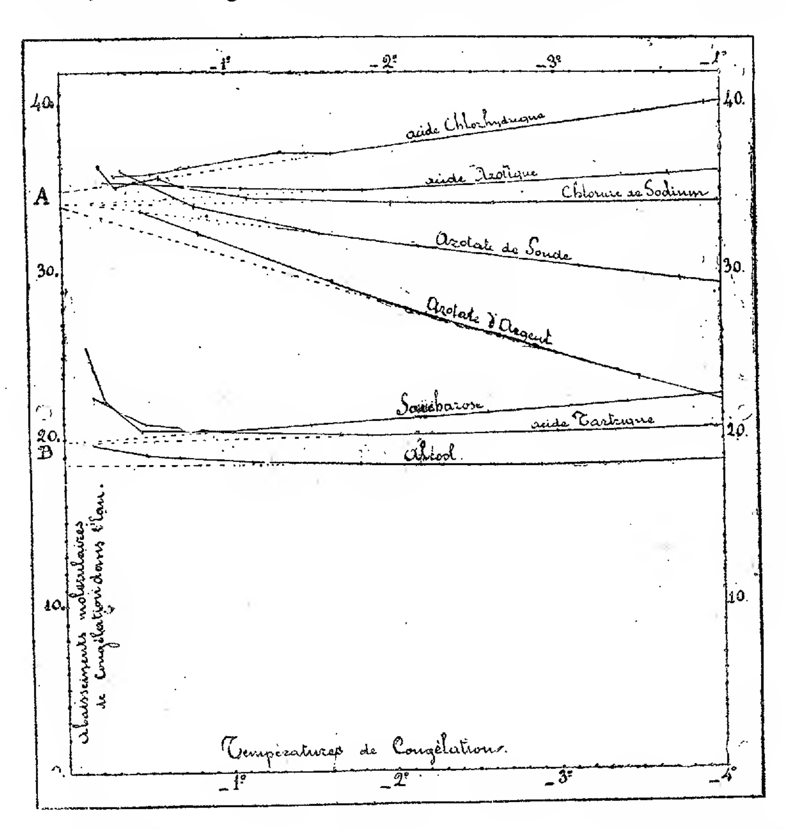
» Prenons pour ordonnées les valeurs successives qu'atteint l'abaissement moléculaire de congélation $\frac{CM}{P}$ d'une substance déterminée, dont le poids moléculaire est M à l'état anhydre, lorsqu'on fait varier le poids P de matière *anhydre* dissous dans 100 d'eau. Pour abscisses, prenons les abaissements C du point de congélation. Nous obtenons ainsi la courbe des abaissements moléculaires bruts de la substance considérée. Cette courbe est semblable à celle des coefficients d'abaissement déjà décrite, et, comme elle, elle se tend de plus en plus à mesure que C augmente, de sorte que, pour les valeurs de C comprises entre — 2° et — 4°, elle se confond sensiblement avec une droite. Dans cet intervalle de température, le corps dissous existe en dissolution sous un état d'hydratation défini et avec une constitution qui ne varie pas, malgré les accroissements successifs apportés dans le degré de concentration. Pour avoir l'abaissement moléculaire de congélation du corps *pris dans cet état*, c'est-à-dire son abaissement moléculaire véritable, il suffit de prolonger la partie rectiligne de la courbe comprise entre — 2° et — 4°, jusqu'à sa rencontre avec l'axe des ordonnées. L'ordonnée du point d'intersection est la valeur cherchée. Cela revient à dire que la vraie valeur de l'abaissement moléculaire AM de la substance peut se calculer au moyen de la formule suivante

$$AM = \frac{C' \frac{C}{P} - \frac{C'}{P'}}{C' - C},$$

expression dans laquelle C′ et C sont deux abaissements du point de congélation compris entre — 2° et — 4°, et P′ et P les poids correspondants de matière anhydre contenus dans 100 d'eau. L'abaissement moléculaire ainsi déterminé est ce que j'appelle ici l'*abaissement moléculaire limite* de congélation du corps considéré. C'est, en effet, la limite vers laquelle tend le

rapport $\frac{CM}{P}$, lorsque C et P tendent vers zéro, l'état du composé dissous étant supposé constant et le même qu'entre — 2° et — 4°. Les changements, qu'une grande dilution apporte toujours dans la constitution des corps dissous dans l'eau, s'opposent à ce qu'on puisse mesurer cette quantité directement.

» J'ai tracé, dans la figure ci-contre, les courbes des abaissements mo-



léculaires apparents d'un certain nombre de composés appartenant aux deux groupes importants des matières organiques et des sels monométalliques, dont les abaissements moléculaires théoriques (*Comptes rendus*, 18 août 1884) sont respectivement 19 et 35. Je me suis borné à un petit nombre pour ne pas embrouiller le dessin; mais je les ai choisies aussi différentes et aussi écartées que possible les unes des autres. La partie à peu près rectiligne de chaque courbe, comprise entre — 2° et — 4°, a été prolongée par une ligne pointée jusqu'à l'axe des ordonnées, et l'on voit que tous ces prolongements viennent converger vers deux points A et B,

qui correspondent très sensiblement aux abaissements moléculaires théoriques 19 et 35.

» Des graphiques analogues conduisent à des remarques semblables pour les composés des autres groupes, comprenant les sels des métaux polyatomiques et des acides polybasiques.

» Il y a un certain intérêt à comparer les abaissements moléculaires limites et les abaissements moléculaires approchés, tels que je les ai donnés dans mes précédents Mémoires. Je me bornerai à le faire pour les sels monométalliques dont il est question dans la figure.

	Abaissement moléculaire	
	ancien.	limite.
Acide chlorhydrique	36,7	34,9
Acide azotique	35,8	34,2
Chlorure de sodium	35,1	34,2
Nitrate de sodium	33,7	34,3
Nitrate d'argent	29,6	34,0

» On voit, par cet exemple, que les *abaissements moléculaires limites* vérifient très bien les lois de congélation que j'ai établies, et qu'ils ne présentent pas les mêmes écarts que mes anciens nombres. La considération de ces quantités marque donc un progrès dans la cryoscopie. »

PHYSIQUE. — *Nouveaux modèles d'hygromètres.* Note de M. **Bourbouze.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux nouveaux modèles d'hygromètres. L'un est disposé pour avoir la température du point de rosée au moment de la formation d'anneaux colorés; l'autre à thermomètre, donnant directement la température de l'enveloppe métallique pour la même détermination.

» On sait que, lorsqu'un commencement de condensation de vapeur d'eau se produit sur une lame de verre placée entre un observateur et un point lumineux, il apparaît des anneaux concentriques à ce point. Ils sont semblables à ceux que l'on observe autour de la Lune par un temps nuageux.

» L'appareil que nous avons construit pour produire ces anneaux se compose d'un petit tube rectangulaire, percé sur chacune des faces opposées d'un trou fermé par une glace mince à faces parallèles. Un thermomètre très sensible est fixé de manière que son réservoir ne plonge que

d'une petite quantité dans le liquide. En produisant un courant d'air au-dessus de ce liquide, soit par aspiration, soit par insufflation, on fera naître rapidement un dépôt de rosée sur les glaces. En interposant l'appareil entre l'œil et un point lumineux, on apercevra des anneaux concentriques à ce point, le rouge en dehors, le violet en dedans. L'apparition des anneaux ainsi que la lecture du thermomètre peuvent se faire de loin avec une lunette.

» L'autre hygromètre, que nous avons disposé pour avoir directement la température de l'enveloppe métallique au moment de l'apparition du voile de rosée, est de même forme que le premier. Il est traversé par une gaine de même métal dans laquelle est parfaitement ajusté un thermomètre sensible. Quelle que soit la température de l'air ambiant, le refroidissement se fera avec une très grande rapidité, en faisant passer un courant d'air au-dessus du liquide.

» Pour mettre en évidence les causes d'erreur que l'on peut commettre, avec les hygromètres dans lesquels le thermomètre plonge dans le liquide, nous avons placé dans le même appareil un deuxième thermomètre dont le réservoir plonge dans l'éther.

» Dans ces conditions, si l'on fait l'appel d'air, on constatera que le thermomètre mouillé descend avec plus ou moins de rapidité, suivant que son réservoir sera plus ou moins enfoncé dans le liquide; mais il sera toujours de plusieurs degrés au-dessous de celui qui indique la température de la surface métallique au moment de l'apparition du dépôt de la rosée. »

CHIMIE. — *Sur la transformation du soufre. Réclamations de priorité de MM.* Reicher *et* Ruys, *à l'occasion des Communications récentes de M.* Gernez. Note de M. **J.-H. Van't Hoff.**

« Les phénomènes que décrit M. Gernez dans sa première Note du 31 mars 1884 (*Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 810), ont été le sujet d'un travail de M. L.-F. Reicher, datant du 13 juillet 1883, et intitulé : *De temperatuur der allotropische verandering van de zwavel en haar afkankelijkheid van den druck,* travail qui a paru depuis en extrait dans plusieurs journaux, et dont voici les principaux résultats :

» 1° Il y a une température fixe au-dessus de laquelle le soufre octaédrique se transforme en prismatique, tandis qu'en dessous la transformation a lieu en sens inverse;

» 2° Cette température, dite *point de transition*, est située vers 95°, 6 à la pression ordinaire;

» 3° Le point de transition s'élève avec la pression de 0°, 05 par atmosphère;

» 4° Ce déplacement, son signe et sa grandeur sont en concordance avec les principes de Thermodynamique.

» Les phénomènes que décrit M. Gernez dans sa deuxième Note, datant du 2 juin 1885 (*Comptes rendus*, t. C, p. 1382), ont été en partie le sujet d'un travail de M. J. Ruys, inséré dans le *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas* de février 1884, et exécuté pendant l'hivernage de l'expédition arctique hollandaise de Kara. Ce travail établit en effet l'extrême lenteur de la transformation du soufre prismatique en monosymétrique à des températures basses jusqu'à — 30°, et insiste sur l'existence d'une température située vers 40°, à laquelle cette transformation présente une vitesse maximum. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcaloïdes produits par l'action de l'ammoniaque sur le glucose.* Note de M. C. Tanret, présentée par M. Berthelot.

« 1. Ayant observé qu'un contact prolongé de nombreuses huiles essentielles avec l'ammoniaque donne lieu à une formation très nette d'alcaloïdes, il m'a paru intéressant de rechercher si d'autres corps à fonctions alcooliques, comme quelques-unes d'entre elles, ne produiraient pas la même réaction. C'est ainsi que, le glucose m'ayant donné de remarquables résultats, j'ai été amené à reprendre, mais à un autre point de vue, comme on le voit, l'étude de l'action de l'ammoniaque sur le sucre, que MM. P. Thenard, Schützenberger et Dusart avaient faite autrefois. J'ai vu que non seulement l'ammoniaque, mais aussi les ammoniaques composées, éthylamine, méthylamine, etc., chauffées avec le glucose, produisent des alcaloïdes. Quand j'aurai dit que cette réaction se manifeste également, quoique à un moindre degré, avec les sels d'ammoniaques à acide organique, tartrate, acétate, etc., on verra que ce mode de production d'alcaloïdes artificiels est peut-être de nature à jeter quelque jour sur la formation encore si peu connue des alcaloïdes dans les végétaux, ainsi que des alcaloïdes de la putréfaction.

» Dans cette Note je ne m'occuperai que de l'étude de deux des alcaloïdes obtenus par l'action de l'ammoniaque sur le glucose.

» 2. *Préparation.* — On chauffe pendant trente à quarante heures à 100°,

en tubes scellés, un mélange de 60 parties de glucose et 100 parties d'ammoniaque pure à 25°. Le sirop noirâtre qui provient de cette opération renferme avec du carbonate d'ammoniaque, observé par M. P. Thenard, ce corps azoté qui, pour quelques-unes de ses réactions, a pu être comparé à une substance albuminoïde. Mais il contient encore, outre de l'ammoniaque libre, de l'acide formique dans la proportion de 5 à 6 pour 100 du glucose employé, et enfin jusqu'à 1,5 d'alcaloïdes. Pour obtenir ces derniers, on agite ce sirop avec du chloroforme, puis celui-ci avec de l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$, jusqu'à ce que la réaction du liquide aqueux soit très franchement acide. On a alors à l'état de sulfates de l'ammoniaque et une petite quantité d'alcaloïdes très basiques qu'on peut obtenir en les mettant en liberté par la soude et reprenant par le chloroforme ou l'éther.

» Quant au chloroforme qui, malgré son agitation avec un excès d'acide, conserve une réaction légèrement alcaline, on le dessèche, puis on le distille au bain-marie; le résidu est formé d'un mélange d'environ $\frac{1}{3}$ d'alcaloïdes solides et $\frac{2}{3}$ d'alcaloïdes liquides. Pour séparer ces derniers, on peut soit distiller le résidu avec de l'eau dont la vapeur les entraîne, soit, ce qui est moins long et donne sans altération les mêmes produits, distiller à feu nu jusqu'à 175°-180°. Après plusieurs distillations fractionnées, on obtient un liquide qui, bien desséché, bout de 136°-160°. Il est constitué par deux alcaloïdes nouveaux que, d'après leur origine, j'appellerai *glucosines*.

» 3. *Composition.* — La partie qui bout à 136°, et qui sera l'*α-glucosine*, a pour formule $C^{12}H^{8}Az^{2}$.

	Trouvé		
	I.	II.	Calculé pour $C^{12}H^{8}Az^{2}$.
C.......	66,60	66,45	66,66
H.......	7,10	7,21	7,40
Az......	26	25	25,92

J'ai trouvé pour densité de vapeur 3,81; le calcul, pour la formule $C^{12}H^{8}Az^{2}$, exige 3,89.

» L'alcaloïde qui bout à 160°, *β-glucosine*, a pour formule $C^{14}H^{10}Az^{2}$ La partie recueillie à 155°-160° a été analysée.

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé pour $C^{14}H^{10}Az^{2}$.
C.......	69,27	69	68,86
H.......	7,39	7,50	8,19
Az......	22,70	»	22,95

» Densité de vapeur trouvée à 212° : 3,87; calculée, 4,22.

» 4. *Propriétés.* — Les *glucosines* sont des liquides volatils très fluides, incolores, très réfringents, à odeur vive et particulière sans action sur la lumière polarisée : α-glucosine a pour densité, à 0°, 1,038 et bout à 136°; β-glucosine, qui bout à 160°, a pour densité, à 0°, 1,012.

» 5. *Réactions.* — Les propriétés chimiques des glucosines paraissent être les mêmes. En solution acide, elles précipitent par les réactifs des alcaloïdes, iodure double de mercure et potassium, iodure ioduré, tannin, eau bromée, etc. Leur réaction n'est que légèrement alcaline, et, comme d'autres bases faibles, la caféine, la narcotine, etc., les glucosines sont enlevées par le chloroforme à leurs solutions acides. Elles ne précipitent aucun oxyde métallique; mais elles semblent cependant déplacer l'oxyde de cuivre et les oxydes de fer, car elles bleuissent comme l'éthylamine la solution de $CuOSO^3$, jaunissent celle de $FeOSO^3$ et brunissent celle de Fe^2Cl^3. Avec le sublimé elles donnent un précipité peu soluble à froid, mais qui se dépose en belles aiguilles de sa solution bouillante. Les glucosines réduisent lentement le ferricyanure de potassium.

» Avec l'acide chlorhydrique elles donnent les chlorhydrates cristallisés $C^{12}H^8Az^2HCl$ et $C^{14}H^{10}Az^2HCl$. Pour les obtenir, on dirige dans ces alcaloïdes de l'acide gazeux et sec. Ces sels sont extrêmement hygrométriques.

» Avec le chlorure d'or, elles donnent des précipités jaune-serin qui correspondent aux formules $C^{12}H^8Az^2AuCl^3$ et $C^{14}H^{10}Az^2AuCl^3$, avec un léger excès d'or et une diminution de carbone, différence que j'attribue à la facile altérabilité de ces chlorures doubles.

» Avec le chlorure de platine leur solution acidulée de HCl donne à froid, et seulement au bout d'un temps assez long, un mélange de sels diversement colorés et qui n'ont pu être séparés. A chaud la précipitation est plus rapide et il semble se former un chloroplatinite, comme pour les bases pyridiques. Cependant j'ai observé dans leur composition une telle anomalie que je me propose de revenir spécialement sur ce sujet.

» Les glycosines se combinent avec l'éther iodhydrique très rapidement à chaud. Il se forme alors une masse noirâtre, incristallisable et qui, décomposée par la potasse, donne un alcaloïde très basique, si altérable qu'il ne m'a pas été possible de l'étudier. A froid la combinaison se fait à équivalents égaux, mais plus lentement, et il se dépose des cristaux nacrés, légèrement souillés de l'autre matière noirâtre plus riche en iode :

	Pour la glucosine α.
Iode trouvé..............	49,62
» calculé..............	48,10

» Les glucosines chauffées à 100° en tubes scellés avec de l'acide chlorhydrique ou une solution de potasse n'ont pas donné d'ammoniaque. Traitées par l'hypobromite de soude, elles ne dégagent pas d'azote. Ce ne sont donc pas des amides, comme pourrait le faire supposer leur réaction faiblement alcaline.

» L'acide nitreux ne paraît pas agir sur les glucosines. L'acide chromique et l'oxyde de mercure sont sans action sur les glucosines. En solution sulfurique, le permanganate de potasse dégage CO^2, et il reste dans la liqueur du sulfate d'ammoniaque.

» Avec l'acide azotique la réaction est extrêmement violente. Il se dégage, avec des torrents de vapeurs nitreuses, de l'acide carbonique et de l'acide cyanhydrique. Il reste comme résidu de l'acide oxalique.

» Avec le sodium les glucosines se colorent fortement, mais sans dégagement gazeux. La masse paraît se résinifier, mais sans que j'aie pu en retirer un corps défini. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des séléniates et des sélénites sur les alcaloïdes. Nouvelle réaction de la codéine.* Note de M. Ph. Lafon (1).

« I. Les phénomènes de coloration si remarquables que produisent certains composés minéraux, notamment les sulfomolybdates (2) et les sulfovanadates (3) en présence des alcaloïdes, nous ont engagé à étudier l'action des séléniates et des sélénites. Ces recherches nous ont amené à la découverte d'une nouvelle réaction de la codéine, dont on pourra tirer parti dans les études toxicologiques.

» Si l'on traite une trace de codéine par du sélénite d'ammonium en solution sulfurique (sélénite d'ammonium 1^{gr}, acide sulfurique concentré 20^{cc}), on voit apparaître une magnifique coloration verte. Cette réaction est très sensible, car on peut obtenir cette coloration sur moins de $\frac{1}{10}$ de milligramme de codéine. La réaction a lieu également avec le séléniate de soude en solution sulfurique, mais la coloration nous paraît plus facile et plus abondante avec le sélénite d'ammonium.

» La coloration verte qui se produit dans cette circonstance semble s'expliquer de la manière suivante. Le sélénite d'ammonium en solution

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Toxicologie.

(2) Réactif Fröhde.

(3) *Ueber Vanadinschwefelsaüre, ein neues Reagens für Alkaloïde*; Mandelin, Dorpat, 1883.

dans l'acide sulfurique concentré se trouve réduit en présence de la codéine, du sélénium est mis en liberté et le mélange prend une superbe coloration verte, semblable à celle qui se produit, selon les auteurs, quand on dissout du sélénium dans l'acide sulfurique concentré. La coloration verte que nous obtenons avec la codéine, au moyen de notre réactif, ne tarde pas, en effet, à passer au rouge brun, c'est-à-dire à la couleur normale du sélénium précipité, à mesure que l'acide sulfurique attire l'humidité de l'air. Ce phénomène est analogue à celui que produit le sélénium dissous dans l'acide sulfurique concentré, après addition d'une certaine quantité d'eau.

» II. Cette réaction est caractéristique pour la codéine. En essayant, en effet, la même réaction sur tous les alcaloïdes ou glucosides, généralement employés en Thérapeutique, nous n'avons jamais pu reproduire ce phénomène de coloration. La morphine est le seul alcaloïde qui pourrait être confondu par cette réaction avec la codéine, mais les réactions si nombreuses propres à la morphine la distingueraient au besoin de cette dernière substance. Cette similitude de réaction entre la morphine et la codéine est donc une propriété de plus ajoutée à celles qui rapprochent ces deux alcaloïdes, rapprochements si bien établis par les travaux récents de M. Grimaux [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aseptol (acide orthoxyphénylsulfureux).* Note de M. E. Serrant.

« Dans une Note récente à l'Académie, j'ai signalé certaines propriétés de l'aseptol, ou acide orthoxyphénylsulfureux. Je dois y ajouter quelques détails pour compléter ces renseignements, et exposer certains faits précis.

» On connaissait déjà, en 1841, l'acide orthoxyphénylsulfureux qui a été étudié, au point de vue chimique, successivement par Laurent, Schmith, Berthelot, Kékulé, Solomanoff, etc., mais jusqu'à ces derniers temps on ignorait ses remarquables propriétés antifermentescibles et antiseptiques.

» Il existe trois acides sulfoconjugués du phénol : les acides *ortho, para* et *méta ;* mais de ces trois isomères, l'acide *ortho* possède seul les propriétés en question, les deux autres étant tout à fait inertes.

» L'acide orthoxyphénylsulfureux, autrement dit et préférablement l'aseptol, s'obtient en mélangeant à froid, par équivalents égaux, l'acide

[1] *Bulletin chim.*, t. XXXV et XXXVI.

sulfurique concentré et l'acide phénique, en ayant soin d'empêcher l'élévation de température, car en ces dernières conditions il se produirait la modification *para*. On sature ensuite l'excès d'acide sulfurique par du carbonate de baryte, on filtre et on concentre dans le vide ou tout au moins à basse température.

» L'aseptol ou acide *ortho* ainsi obtenu peut être assimilé à de l'acide salicylique *soluble;* il en a d'ailleurs toutes les réactions, mais son pouvoir antiseptique est bien plus considérable, probablement à cause de sa parfaite solubilité et de sa réelle acidité.

» Les agents antiseptiques qui donnent actuellement les meilleurs résultats appartiennent à la série aromatique.

» On peut représenter leur degré d'activité au moyen d'une courbe commençant au groupe des hydrocarbures simples (benzine, naphtaline, toluène, etc.) et dont le sommet traverserait le groupe salicylique pour tomber aux hydrocarbures tri et tétrasubstitués (thymol, acide pyrogallique, acide gallique, tannin, etc.). Cette énergie se montre donc la plus forte dans la benzine disubstituée (résorcine, acide salicylique, etc.). Mais il faut considérer que les diphénols et les éthers diphénoliques sont incapables de former des combinaisons stables avec les bases, pas plus que tous les autres phénols et éthers phénoliques. Il faut absolument la fonction SO^2, OH ou CO^2, OH, caractéristique de l'acidité d'un corps, pour saturer et fixer les bases; et bien plus, tout corps qui ne renfermera pas l'un de ces résidus typiques n'entravera en aucune proportion les *fermentations d'ordre diastasique*. Tous les acides phénols contenant le reste CO, OH sont à peu près insolubles et d'un emploi difficile, sauf le tannin. Mais l'acide tannique s'oxyde trop aisément et se transforme en polymères insolubles, ou précipite aussitôt, et très superficiellement, à la surface des corps les matières albuminoïdes; en outre, il subit en solution et à l'air une fermentation spéciale, qui le dédouble en glucose et en acide gallique.

» C'est pour ces diverses raisons qu'il convient de placer ces corps polysubstitués de beaucoup au-dessous du groupe salicylique dans l'échelle *antiseptique*.

» Or, dans ce groupe, l'aseptol ou acide orthoxyphénylsulfureux seul est soluble. Il empêche absolument *toute fermentation diastasique ou figurée*.

» Mais il convient de relater ici des observations et résultats d'expérimentations concernant l'aseptol, expériences que chacun peut répéter :

» 1° Une urine d'adulte, additionnée de 1 pour 100 d'aseptol et exposée

pendant cinquante jours à l'air, au soleil et à toutes les variations de température (15°, 20° et 30°), a conservé au bout de ce temps son urée intacte

» 2° L'expérience a été répétée quinze fois avec des urines diverses, à des températures moyennes de 15° et 20°; et pas une seule fois on n'a pu constater la diminution de l'urée. Si même l'urine est en voie de décomposition, celle-ci se trouve immédiatement arrêtée par l'addition de 2 pour 100 d'aseptol.

» 3° Des débris d'animaux, mis dans une solution à 1 pour 100 d'aseptol et exposés à l'étuve (30° à 35°) pendant quelques jours, puis à l'air pendant un mois, ne présentaient aucune décomposition, n'exhalaient aucune odeur.

» De la viande gâtée, en voie de décomposition, étant placée dans cette même solution, on a vu l'odeur disparaître et la décomposition aussitôt s'arrêter.

» 4° De l'eau de rivière, additionnée de 2^{gr} d'aseptol pour 1^{lit} (soit 2 pour 1000), et exposée en plein air pendant vingt-deux jours à une température moyenne de 20°, ne présentait au bout de ce temps aucun produit de décomposition, alors que cette même eau, pure et sans addition d'aseptol, se trouvait altérée au bout de deux jours.

» 5° Différents échantillons de bière à laquelle on ajoutait $\frac{1}{2}$ pour 100 d'aseptol et qu'on exposait ensuite pendant vingt jours à une température moyenne de 15°, se conservaient ainsi sans aucune altération.

» 6° Les eaux d'égouts et de latrines, si l'on y verse une solution d'aseptol très étendue, ne laissent plus dégager aucune odeur ammoniacale ou sulfhydrique. Enfin toutes les expériences faites avec l'aseptol, comparativement avec l'acide phénique et l'acide salicylique, ont nettement démontré que ces deux derniers corps ne donnaient que des résultats tout à fait inférieurs, sinon même négatifs.

» Je pourrais relater une foule d'autres expériences moins concluantes. L'aseptol, malgré sa réaction franchement acide, ne possède rien de l'action caustique ou corrosive du phénol et de l'acide sulfurique employés séparément. Si on l'applique directement sur la peau pendant quelques minutes, il ne fait éprouver qu'une légère sensation de chaleur, et même, si l'on en met une petite quantité sur la langue, il ne se produit rien comme sensation ou effet de brûlure : c'est un simple picotement avec astringence prononcée. Au goût, il présente une saveur aigrelette et franche, un peu piquante; mais, si la solution est étendue (1 à 5 pour 100), l'acidité est agréable.

» Quant aux applications de l'aseptol à la médecine, à la chirurgie, à l'obstétrique et à l'hygiène, le récent Rapport de M. Depaire, membre de l'Académie royale de médecine de Belgique (Rapport faisant suite à mes publications antérieures), établit parfaitement l'importance thérapeutique de l'aseptol (*Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique*, 3e série, t. XIX, n° 3).

» Les résultats qu'on en a obtenus dans de sérieuses expérimentations font justement considérer l'aseptol comme un agent des plus précieux et capable de fournir à la thérapeutique de réelles et puissantes ressources. »

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'étude des antiseptiques. Action des antiseptiques sur les organismes supérieurs (suite)* [1]. *Acide thymique.* Note de MM. **A. Mairet, Pilatte** et **Combemale**, présentée par M. Paul Bert.

« Comme pour les sels de mercure, nous avons choisi le système veineux comme voie d'introduction de l'acide thymique, et les chiens comme sujets d'expériences. Le nombre de ces expériences a été de 19 : 9 avec une solution aqueuse saturée d'acide thymique cristallisé ; 10 avec une solution alcalino-alcoolique de cet acide. La solution alcalino-alcoolique dont nous nous sommes servis a été faite suivant la formule : acide thymique, 1^{gr}; alcool, 2^{gr}; soude caustique, $0^{gr},036$; eau, à volonté. Cette solution a été rendue nécessaire par le peu de solubilité de l'acide thymique dans l'eau. L'eau ne dissout, d'après nos recherches, que $\frac{1}{1750}$ d'acide thymique, chiffre inférieur à celui que donnent différents auteurs et trop faible pour permettre d'étudier les effets toxiques de cette substance.

» La quantité brute d'*acide thymique en solution alcalino-alcoolique* injectée a varié entre 6^{gr} et $0^{gr},20$ et, par rapport au kilogramme du poids de l'animal, entre $0^{gr},8571$ et $0^{gr},02$. La durée de l'injection a été de seize minutes en moyenne.

» Tous les animaux ont succombé lorsque la dose d'acide thymique a dépassé $0^{gr},03$ par kilogramme du poids du corps. Mais, lorsque les animaux sont affaiblis, elle s'abaisse ; c'est ainsi que nous avons eu un cas de mort à la dose de $0^{gr},0285$. Au-dessous de ce chiffre, le retour à la santé s'est produit lentement lorsque la dose a dépassé $0^{gr},02$, rapidement

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 2 juin 1885.

lorsque la dose a été inférieure à ce dernier chiffre; les effets physiologiques étaient alors peu marqués.

» Les symptômes et les lésions que nous avons constatés peuvent se résumer comme il suit :

» *Pendant l'injection.* — Le passage du courant fait cesser toutes plaintes; puis apparaît rapidement de la somnolence qui, suivant les doses, reste telle pendant toute la durée de l'injection ou se transforme en un sommeil anesthésique profond ou en un coma véritable. En même temps se produit : 1° une anesthésie qui s'étend à la sensibilité générale et spéciale; cette anesthésie, incomplète avec des doses faibles, devient absolue avec des doses fortes; son apparition est parfois précédée par une hyperesthésie légère ou passagère; 2° une résolution du système musculaire qui suit la même marche que l'anesthésie. La respiration s'accélère légèrement et devient difficile. Lorsque la dose d'acide thymique injecté est très toxique, il se produit assez rapidement un arrêt de la respiration et l'animal succombe, à moins qu'on suspende immédiatement l'injection et qu'on pratique la respiration artificielle. Le pouls est peu influencé et d'une manière variable. On n'observe aucun symptôme du côté du tube digestif.

» Postérieurement à la résolution musculaire signalée plus haut, apparaissent des tremblements atteignant d'abord les extrémités et le cou, puis gagnant le thorax, la tête et l'abdomen; ces tremblements, lorsque les doses sont plus élevées, deviennent plus amples de manière à reproduire la phase clonique des attaques d'épilepsie; enfin la contraction tonique des muscles peut précéder la contraction clonique et alors on assiste à une attaque complète d'épilepsie, avec stertor, bave sanguinolente, défécation, etc. Le trismus, les convulsions oculaires, la suspension de la respiration sont concomitants ou séparés, suivant les cas.

» *Après l'injection.* — La sensibilité revient assez vite, et peu après le sens musculaire réapparaît et l'intelligence se réveille; toutefois l'affaissement subsiste, s'accompagnant de tristesse. La température centrale continue à baisser pendant un temps variable (quatre à douze heures) et revient progressivement à la normale, dépassant rarement celle-ci, lui restant généralement inférieure pendant quelques jours. Le pouls est un peu plus fréquent qu'à l'état normal. La respiration reste difficile et s'accompagne généralement d'une toux quinteuse. La mort arrive ou bien lentement au bout de trois à huit jours, ou bien rapidement à la suite d'attaques épileptiformes répétées, auxquelles succède une résolution considérable que nulle excitation ne peut vaincre. L'affaissement dans ces cas

augmente progressivement : on constate alors des tremblements qui se produisent par paroxysmes. Lorsque le retour à la santé se produit, les différents troubles s'atténuent peu à peu : l'affaissement est celui qui est le plus persistant. Les reins émettent une urine sanguinolente, qui donne avec l'eau bromée un précipité semblable au bromophénol.

» La nutrition est profondément atteinte, le poids des animaux diminue, un de nos chiens a perdu 6^{kg} en neuf jours; l'hémoglobine est considérablement diminuée : dans un cas elle est tombée dans les vingt-quatre heures de 13,5 à 9,5. A la suite de l'administration de fortes doses, nous avons constaté l'émission de selles sanguinolentes et quelques vomissements; à des doses moindres, rien de particulier ne s'est produit du côté du tube digestif. Il existe un catarrhe oculo-nasal.

» A *l'autopsie* des chiens qui ont succombé, nous avons rencontré les altérations suivantes :

» Les parois internes du crâne et les enveloppes du cerveau sont congestionnées; la substance grise est le plus souvent rouge; dans un cas, existait une hémorrhagie sur le lobe frontal droit avec inflammation circonvoisine; la substance blanche est pointillée, sablée de rouge, les ventricules contenaient une fois du liquide. La moelle est congestionnée ainsi que ses enveloppes, et quelques petites hémorrhagies se sont produites avec élection ordinaire aux renflements cervicaux et lombaires. Les poumons sont plus ou moins hépatisés; il existe constamment des hémorrhagies sous-pleurales et dans certains cas de la pleurésie. L'endocarde et l'aorte à son origine sont violacés; la transformation en tissu organisé des veines ayant servi à l'injection est rapide. Lorsque la dose d'acide thymique est faible, on ne constate aucune lésion du côté du tube digestif; lorsqu'elle est forte, existe une inflammation qui se localise au niveau de l'extrémité inférieure de l'intestin grêle et le long du gros intestin. Le foie est toujours violemment congestionné, enflammé même d'une manière diffuse. Les reins sont, eux aussi, plus ou moins congestionnés et enflammés, suivant les doses, au niveau de la région corticale.

» Avec la *solution aqueuse saturée d'acide thymique*, les phénomènes sont absolument senblables à ceux constatés à la suite de l'injection de la solution alcalino-alcoolique; ils sont seulement moins intenses, ce qui tient à la plus faible quantité d'acide thymique injecté. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la fructification du genre* Callipteris; par M. **Ed. Bureau.**

« M. Ch.-Ernst Weiss paraît être jusqu'ici le seul paléontologiste qui ait observé des échantillons fructifères du genre *Callipteris* Brongn. Dans son Ouvrage intitulé : *Fossile Flora der jüngsten Steinkohlenformation und der Rothliegenden im Saar-Rhein-Gebiete*, et dans le *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1870, il décrit et figure la fructification du *Callipteris conferta* Brongn., comme étant recouverte par le bord replié de la pinnule, à la manière de celle des *Pteris*; mais les nervures de la portion de feuille repliée formeraient des saillies qui détermineraient de petits groupements de sporanges. Ce caractère distinguerait les *Callipteris* du genre *Pteris*, tel que nous pouvons l'étudier à l'état vivant.

» Le genre *Callipteris* est spécial au terrain permien. Le peu de probabilité de la présence des Fougères appartenant à l'ordre des Polypodiacées dans des dépôts aussi anciens me faisait vivement désirer une occasion de renouveler les observations de M. Weiss; malheureusement, les frondes de *Callipteris* fructifiées paraissent très rares. Je n'ai pu en voir aucune dans les collections publiques de Paris, et il n'y en a pas non plus dans les plantes permiennes qui m'ont été obligeamment communiquées par la Faculté des Sciences de Montpellier; mais un échantillon recueilli par M. Vallot dans les ardoises de Lodève m'a amplement dédommagé de ces recherches infructueuses, en me permettant de reconnaître les véritables affinités du genre *Callipteris*.

» C'est une extrémité de penne, de $0^m,03$ de long, portant, outre sa pinnule terminale, cinq pinnules de chaque côté. Les plus basses sont subtriangulaires, les plus élevées arrondies et très obtuses. Toutes sont dirigées presque transversalement par rapport au rachis de la penne. Au-dessus de ces pinnules, on remarque encore des ondulations sur les bords de la pinnule terminale, qui est longue et très obtuse. Cette forme du *Callipteris conferta* Brongn. appartient évidemment à la sous-espèce 4, *lanceolata*, *var.* α, *patens* de M. Weiss. C'est précisément une des variétés dont la fructification a été décrite et figurée par ce savant.

» L'échantillon découvert par M. Vallot présente la face inférieure de la penne. Le pourtour de cette penne (parties saillantes et sinus) est dessiné par une lamelle charbonneuse continue, large, suivant les points, d'un demi-millimètre à 1^{mm}, et légèrement sinueuse sur son bord intérieur. La

comparaison avec un échantillon de *Pteris aquilina* vivant ne laisse pas de doute sur la nature de cette lamelle : dans la plante fossile, comme dans la plante vivante, nous avons sous les yeux un indusium continu avec le bord de la fronde, et rabattu à plat sous la face inférieure de cette fronde pour protéger les fructifications. Mais là s'arrête la ressemblance avec le genre *Pteris*. Dans celui-ci, les fructifications consistent en innombrables et très petits sporanges, formant un sore linéaire et continu, comme l'indusium qui le recouvre. Dans les parties les mieux conservées de l'échantillon fructifère de *Callipteris* que j'ai étudié, et particulièrement au sommet de la pinnule terminale, on voit de petites protubérances séparées, bien que très rapprochées les unes des autres, faire saillie sous l'indusium charbonneux. Elles sont elliptiques; leur grand diamètre, presque aussi long que la largeur de l'indusium, est perpendiculaire au bord de la fronde, en dedans duquel elles sont rangées sur une seule ligne. La ressemblance de position et de forme avec les fructifications d'*Odontopteris* décrites et figurées par M. Grand' Eury est telle, que la comparaison s'impose d'elle-même et que l'affinité naturelle des deux genres ne nous paraît pas pouvoir être méconnue.

» Les seules différences consistent dans le contour plus obovale des fructifications d'*Odontopteris*, et dans la présence sur ces dernières d'une ligne de déhiscence et de divisions transversales qui donnent lieu de penser que chacune des capsules de l'*Odontopteris* est une réunion de sporanges soudés, un synangium et non un sporange unique. Ces caractères, fournis par la surface extérieure des fructifications, ne peuvent être observés dans le *Callipteris;* mais l'existence de ces saillies marginales comme organes contenant les spores ne nous paraît pas moins certaine. La confusion avec les curieuses glandes aquifères décrites par M. Renault n'est vraiment pas à craindre; car ces glandes, qui sont en rapport avec la structure même des frondes de certaines espèces, devraient se trouver sur les pennes stériles comme sur les pennes fertiles, tandis que la rareté des saillies marginales des *Callipteris* est parfaitement d'accord avec la rareté si remarquable des fructifications dans le groupe des Névroptéridées, et que cette considération vient se joindre à celles tirées de la forme et de la position de ces saillies pour déterminer leur véritable nature.

» La description ci-dessus, bien qu'elle diffère beaucoup de celle donnée par M. Weiss, ne me semble nullement en contradiction. Le savant allemand décrit et figure, sur le bord replié de la fronde, de petites lignes saillantes, obliques, qui paraissent bien être la continuation des nervures. Ces

saillies n'existent pas dans l'échantillon que j'ai étudié. Les frondes fructifères se présentent donc sous deux aspects différents; mais ces deux aspects se retrouvent dans le *Pteris aquilina;* le plus souvent on voit l'indusium, uni et scarieux, posé à plat sur les sporanges; dans certaines frondes, au contraire, il est masqué par un enroulement du limbe, qui se réfléchit en dessous et forme un bourrelet strié transversalement par les extrémités des nervures. C'est un cas analogue à ce dernier qui a dû s'offrir à l'observation de M. Weiss.

» En somme, il résulte des observations précédentes que, dans la classification naturelle, le genre *Callipteris* ne vient pas se ranger dans les Polypodiacées auprès des *Pteris*, mais qu'on doit le conserver dans les Marattiacées, non loin des *Odontopteris*, à la place même que lui a assignée M. Grand'Eury d'après l'aspect et le développement des frondes.

» On pourrait caractériser les *Callipteris* en disant que ce sont des Névroptéridées munies d'un indusium de *Pteris.*

» Ce fait particulier est une nouvelle confirmation de cette loi paléontologique mise en lumière, surtout par Ad. Brongniart : les affinités des êtres les plus anciens doivent être cherchées dans les groupes naturels actuellement en voie de décroissance ou d'extinction. Le genre *Callipteris* vient se ranger dans le groupe des Marattiacées, qui a joué, dans la seconde moitié des temps primaires, un rôle considérable et qui n'offre plus à notre époque que de rares représentants; il ne pouvait appartenir aux Polypodiacées, qui sont aujourd'hui à leur maximum de développement, et que tout semble indiquer comme étant, parmi les Fougères, celles dont l'apparition est la plus récente. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Anoplophrya circulans. Note de M. A. SCHNEIDER.

« L'Infusoire que M. Balbiani a fait connaître sous ce nom est des plus intéressants au point de vue de sa reproduction.

» La conjugaison a lieu entre les petits individus ovoïdes. Les contractants, au lieu de s'accoler simplement, se soudent par fusion temporaire des plasma. Avant cette fusion ou en même temps qu'elle se réalise, le noyau et le *nucléole*, dont chaque contractant est pourvu, subissent des modifications. Le noyau de l'un s'allonge et se porte pour moitié dans le plasma du second individu, qui, de son côté, envoie aussi une portion de son nucléus à son conjoint. Les deux nucléus figurent donc, à cet instant, *deux cordons transversaux, parallèles, allant sans solution de continuité, du mi-*

lieu de l'un des individus au milieu de l'autre. Les nucléoles se sont divisés et chaque individu en offre quatre. Il m'est impossible de dire s'il y a échange de ces nucléoles. Au sortir de la conjugaison, chaque individu est porteur de six globules, deux gros et quatre petits : les premiers représentent deux moitiés de nucléus, d'origine différente, comme on l'a vu ; les seconds sont les nucléoles. Les deux gros globules se fusionneront ensemble pour constituer le nouveau nucléus, et l'un des petits restera en qualité de nucléole ; les trois autres sont résorbés.

» Les Planches illustrant ces phénomènes paraîtront dans quelques jours, dans les *Tablettes zoologiques.* »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place d'Artiste ayant rang de membre titulaire, actuellement vacante au Bureau des Longitudes par suite du décès de M. *Breguet.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 55.

M. Brunner obtient. . . . . . . 33 suffrages.
M. Henry » . . . . 21 »

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 49,

M. Henry obtient. . . . . 40 suffrages.
M. P. Gautier obtient . . . . . . 7 »

Il y a deux bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Brunner.**
En seconde ligne. . . . . M. **Henry.**

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JUIN 1885.

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par ALFRED GRANDIDIER, vol. XII : *Histoire naturelle des oiseaux; par* MM. ALPH. MILNE-EDWARDS et ALF. GRANDIDIER; t. I, texte (fin), 12e fascicule. Paris, Imp. nationale, 1885; in-4°.

Le projet de création en Algérie et en Tunisie d'une mer dite intérieure devant le Congrès de Blois. Paris, au Bureau de l'Association française pour l'avancement des Sciences, 1885; in-8°. (Deux exemplaires.)

Les richesses du Tong-kin; par SAVIGNY et BISCHOFF. Paris, H. Oudin, 1885; in-12.

Anatomie comparée. Rachis des Vertébrés; par M. A. LAVOCAT. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1885; br. in-8°.

La conservation de l'énergie solaire; par PH. GILBERT. Bruxelles, Vromant, 1885; br. in-8°. (Extrait de la « Revue des questions scientifiques ».) (Présenté par M. Faye.)

Lois et origines de l'électricité atmosphérique; par LUIGI PALMIERI. Traduit de l'italien par PAUL MARCILLAC et A. BRUNET. Paris, Gauthier-Villars, 1885; br. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général; année 1884. Montpellier, typogr. Boehm, 1885; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

La nourriture des vaches et la composition du lait. Réponse au Mémoire de M. Ch. Girard publié en 1884 par H. PELLET et L. BIARD. Compiègne, imp. de l'Association des Chimistes, 1885; br. in-8°.

Statistique hygiénique des Ecoles primaires du département de l'Aube; par M. EDM. BAROTTE. Troyes, imp. Dufour-Bouquot, 1885; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique.).

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1884, n° 2. Moscou, 1884; in-8°.

La maladie de la vigne, les microbes, etc., par M. CHAVÉE-LEROY. Paris, J. Michelet, 1885; in-18.

Acta Universitatis Lundensis. Lunds Universitets ars-skrift; t. XX, 1883-84 : *Mathematik och naturvetenskap.* Lund, 1883-84; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie de Poinsot et sur deux mouvements correspondant à la même polhodie;* par M. G. Darboux.

« 1. Considérons la généralisation du mouvement de Poinsot, qui consiste à faire rouler sur un plan, avec une vitesse proportionnelle au rayon vecteur qui va au point de contact, non plus un ellipsoïde dont les axes sont même assujettis à certaines relations d'inégalité, mais une surface quelconque à centre du second degré. Ce mouvement est défini par les équations

(1) $$\frac{dp}{dt} = \frac{a(c-b)}{bc} qr, \quad \frac{dq}{dt} = \frac{b(a-c)}{ac} pr, \quad \frac{dr}{dt} = \frac{c(b-a)}{ab} pq,$$

où a, b, c désignent les carrés de la surface qui roule sur le plan fixe. Les rapports de ces constantes entrant seuls dans les équations, on pourra, dans la définition du mouvement, remplacer la surface par une surface homothétique; ce qui est d'ailleurs évident géométriquement.

» Si, au lieu des équations précédentes, on prenait les suivantes :

$$(2)\qquad \frac{dp}{dt} = \alpha_1 qr, \quad \frac{dq}{dt} = \beta_1 pr, \quad \frac{dr}{dt} = \gamma_1 pq,$$

on aurait, il est aisé de le reconnaître, un mouvement plus général. Pour que les équations (2) puissent, en effet, être identifiées aux équations (1), il faudra que α_1, β_1, γ_1 satisfassent à la relation suivante :

$$(3)\qquad \alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 + \alpha_1\beta_1\gamma_1 = 0.$$

» Désignons, pour abréger, sous le nom de *mouvement de Poinsot*, celui qui est défini par les formules (1). Lorsqu'on aura obtenu un tel mouvement, on en trouvera une infinité d'autres, pour lesquels les rotations p', q', r' seront, à chaque instant, égales aux rotations p, q, r, multipliées par des nombres constants. Si l'on pose, en effet,

$$(4)\qquad p' = \alpha' p, \quad q' = \beta' q, \quad r' = \gamma' r,$$

p', q', r' satisferont à des équations de la forme (2), dans lesquelles les constantes α_1, β_1, γ_1 auront les valeurs suivantes :

$$(5)\qquad \alpha_1 = \frac{a(c-b)}{bc}\frac{\alpha'}{\beta'\gamma'}, \quad \beta_1 = \frac{b(a-c)}{ac}\frac{\beta'}{\alpha'\gamma'}, \quad \gamma_1 = \frac{c(b-a)}{ab}\frac{\gamma'}{\alpha'\beta'}.$$

» Si l'on exprime que ces valeurs vérifient l'équation (3), on aura l'unique condition

$$(6)\qquad a^2(c-b)(\alpha'^2-1) + b^2(a-c)(\beta'^2-1) + c^2(b-a)(\gamma'^2-1) = 0,$$

à laquelle devront satisfaire α', β', γ'. Il restera donc deux constantes arbitraires.

» L'étude des relations entre tous les mouvements qui sont ainsi associés à un mouvement donné mérite d'être faite avec soin. Une belle théorie de M. Sylvester repose précisément sur la considération de quelques-uns d'entre eux. Je me contenterai aujourd'hui d'examiner un cas très particulier, qui, comme nous le verrons, est susceptible d'une application importante.

» 2. Considérons un mouvement de Poinsot, que nous définirons complètement en adjoignant aux équations (1) l'intégrale des forces vives

$$(7)\qquad \frac{p^2}{a} + \frac{q^2}{b} + \frac{r^2}{c} = h,$$

et l'intégrale des aires. En multipliant a, b, c par une constante convenable, on peut donner à cette intégrale la forme simple

$$\frac{p^2}{a^2} + \frac{q^2}{b^2} + \frac{r^2}{c^2} = 1. \tag{8}$$

» Les résultats que nous venons d'établir montrent que, si l'on prend le nouveau mouvement, dans lequel les rotations sont

$$p' = -p, \quad q' = -q, \quad r' = -r, \tag{9}$$

ce sera encore un mouvement de Poinsot. La relation (6) est, en effet, vérifiée par les valeurs de α', β', γ',

$$\alpha' = \beta' = \gamma' = -1.$$

» Ainsi, d'un premier mouvement (E), défini par les formules (1), (7), (8), on peut en déduire un autre (E'), dans lequel la rotation est, à chaque instant, égale et contraire à celle du premier mouvement. Nous allons étudier la relation, qui est évidemment réciproque, entre ces deux mouvements. Si nous désignons par a', b', c', h' les constantes relatives au mouvement (E'), l'intégrale des forces vives et l'intégrale des aires dans ce nouveau mouvement seront

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{p^2}{a'} + \frac{q^2}{b'} + \frac{r^2}{c'} = h', \\ &\frac{p^2}{a'^2} + \frac{q^2}{b'^2} + \frac{r^2}{c'^2} = 1, \end{aligned}\right. \tag{10}$$

et il faudra évidemment exprimer que ces deux équations s'obtiennent en combinant linéairement les relations (7) et (8). On obtient ainsi le système

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{1}{a'} = \frac{\lambda}{a} + \frac{\mu}{a^2}, \quad \frac{1}{a'^2} = \frac{\lambda'}{a} + \frac{\mu'}{a^2}, \\ &\frac{1}{b'} = \frac{\lambda}{b} + \frac{\mu}{b^2}, \quad \frac{1}{b'^2} = \frac{\lambda'}{b} + \frac{\mu'}{b^2}, \\ &\frac{1}{c'} = \frac{\lambda}{c} + \frac{\mu}{c^2}, \quad \frac{1}{c'^2} = \frac{\lambda'}{c} + \frac{\mu'}{c^2}, \\ &h' = \lambda h + \mu, \qquad 1 = \lambda' h + \mu'. \end{aligned}\right. \tag{11}$$

» Ces formules nous donnent deux expressions différentes pour chacun des axes a', b', c'. En les égalant, nous aurons un système de trois équations; elles expriment que a, b, c sont les racines de l'équation du troisième degré

$$(\lambda' x + \mu')x^2 - (\lambda x + \mu)^2 = 0. \tag{12}$$

» Si l'on pose, pour abréger,

$$(13) \qquad \begin{cases} a+b+c=\mathrm{P}, \\ ab+ac+bc=\mathrm{Q}, \\ abc=\mathrm{R}, \end{cases}$$

on aura donc les équations

$$\lambda^2-\mu'=\lambda'\mathrm{P}, \quad 2\lambda\mu=-\lambda'\mathrm{Q}, \quad \mu^2=\lambda'\mathrm{R},$$

qui, jointes aux deux dernières formules (11), vont nous donner λ, λ', μ, μ', h'.

» Désignons par Ω la quantité suivante

$$(14) \qquad \Omega=\sqrt{\mathrm{Q}^2-4\mathrm{R}(\mathrm{P}-h)};$$

nous trouverons

$$(15) \qquad \begin{cases} \lambda=-\dfrac{2\mathrm{Q}}{\Omega}, & \mu=\dfrac{2\mathrm{R}}{\Omega}, \\ \lambda'=\dfrac{4\mathrm{R}}{\Omega^2}, & \mu'=\dfrac{\mathrm{Q}^2-4\mathrm{PR}}{\Omega^2}, \end{cases}$$

et les formules (11) nous feront connaître a', b', c', h'. Introduisons les notations suivantes

$$(16) \qquad \begin{cases} \alpha=ab+ac-bc=\mathrm{Q}-\dfrac{2\mathrm{R}}{a}, \\ \beta=ab+bc-ac=\mathrm{Q}-\dfrac{2\mathrm{R}}{b}, \\ \gamma=bc+ac-ab=\mathrm{Q}-\dfrac{2\mathrm{R}}{c}; \end{cases}$$

nous aurons les formules

$$(17) \qquad \begin{cases} a'=\dfrac{a\Omega}{\alpha}, \quad b'=\dfrac{b\Omega}{\beta}, \quad c'=\dfrac{c\Omega}{\gamma}, \\ h'=\dfrac{\mathrm{Q}h-2\mathrm{R}}{\Omega}, \end{cases}$$

qui résolvent complètement la question proposée.

» On reconnaît sans difficulté que Ω est réelle et que son signe peut être choisi arbitrairement. Si l'on désigne par α', β', γ', Ω' les quantités analogues à α, β, γ, Ω et relatives au second mouvement, on déduit des formules précédentes les relations

$$(18) \qquad \Omega'=\Omega, \quad \alpha\alpha'=\beta\beta'=\gamma\gamma'=\Omega^2,$$

qui mettent en évidence la réciprocité entre les deux mouvements. Elles nous montrent, de plus, que si la surface relative au premier mouvement est un ellipsoïde pour lequel α, β, γ soient positifs, c'est-à-dire un ellipsoïde d'inertie, il en sera de même de la surface correspondant au second. Signalons encore les relations

$$(19) \qquad \frac{\alpha^2(h'-a')}{h-a} = \frac{\beta^2(h'-b')}{h-b} = \frac{\gamma^2(h'-c')}{h-c} = -\frac{\alpha\beta\gamma}{\Omega}.$$

» 3. Après avoir défini les relations entre les deux mouvements, nous allons déduire quelques conséquences qui résultent de leur considération simultanée. Soit (C) le système des axes mobiles formé par les axes principaux des surfaces correspondantes aux deux mouvements, si l'on construit le point dont les coordonnées, par rapport à ces axes, sont p, q, r, il décrira une polhodie (P) qui sera commune aux deux mouvements. Dans le premier (E), le cône (C) ayant pour base cette polhodie roulera avec une vitesse égale au rayon vecteur, sur un cône fixe (A) ayant pour base une herpolhodie (H); dans le second mouvement (E'), le même cône roulera avec une vitesse égale, mais en sens contraire, sur un autre cône fixe (B), ayant pour base une autre herpolhodie (H'), et *la génératrice de contact du cône* (C), *avec les cônes fixes, sera la même à chaque instant dans les deux mouvements*. Au lieu de considérer les deux mouvements du système (C) par rapport aux systèmes (A) et (B), rendons le système (C) fixe, et observons les mouvements de (A) et de (B) par rapport à (C). Dans ces deux mouvements inverses des précédents, les deux cônes (A) et (B) rouleront sur le cône (C), qui a pour base la polhodie (P); mais, de plus, *la génératrice de contact sera la même à chaque instant*, et par conséquent *les deux cônes rouleront l'un sur l'autre*.

» Il suit de là que le mouvement de (B) par rapport à (A) s'obtiendra en faisant rouler directement le cône ayant pour base l'herpolhodie (H') sur le cône ayant pour base l'herpolhodie (H).

» Dans ce mouvement, les deux courbes (H), (H') seront constamment en contact, et la vitesse de rotation sera double du rayon vecteur qui va du centre au point de contact.

» Nous verrons que c'est à ce mouvement de (B) par rapport à (A) que peut se ramener dans tous les cas celui d'un corps pesant de révolution suspendu par un point de son axe.

» 4. Nous terminerons en donnant la proposition suivante, qui se rattache aux précédentes, et qui concerne la polhodie.

» *L'intersection de deux surfaces du second degré concentriques et ayant les axes principaux dirigés suivant les mêmes droites peut, en général, être considérée, et de deux manières différentes, comme une polhodie.*

» Soient, en effet,

$$\begin{cases} Ax^2 + By^2 + Cz^2 = D, \\ A'x^2 + B'y^2 + C'z^2 = D' \end{cases}$$

les équations d'une telle courbe. La proposition sera démontrée, si nous établissons qu'on peut les ramener à la forme

$$\begin{cases} \dfrac{x^2}{a} + \dfrac{y^2}{b} + \dfrac{z^2}{c} = h, \\ \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{y^2}{b^2} + \dfrac{z^2}{c^2} = l^2, \end{cases}$$

où a, b, c, h, l désignent des constantes quelconques. Il faudra donc exprimer que ces équations sont des combinaisons linéaires des premières. On trouve ainsi, pour a, b, c, les deux équations

$$\begin{vmatrix} A & B & C \\ A' & B' & C' \\ \frac{1}{a} & \frac{1}{b} & \frac{1}{c} \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} A & B & C \\ A' & B' & C' \\ \frac{1}{a^2} & \frac{1}{b^2} & \frac{1}{c^2} \end{vmatrix} = 0,$$

qui sont évidemment de la forme

$$\begin{cases} \dfrac{m}{a} + \dfrac{n}{b} + \dfrac{p}{c} = 0, \\ \dfrac{m}{a^2} + \dfrac{n}{b^2} + \dfrac{p}{c^2} = 0. \end{cases}$$

» Elles déterminent en général deux systèmes de valeurs différentes pour les rapports des axes. Ces valeurs seront réelles toutes les fois que l'on aura

$$mnp(m + n + p) < 0.$$

» Dans ce cas, la courbe sera une polhodie pour deux surfaces réelles différentes, et les deux mouvements correspondants seront ceux dont nous venons d'étudier les relations.

» Si l'inégalité précédente n'était pas vérifiée, les deux mouvements précédents deviendraient imaginaires. Enfin, si l'on a

$$mnp(m + n + p) = 0,$$

la courbe est plane ou tracée sur une sphère, et elle ne peut pas, en général, devenir une polhodie.

» Dans le cas où la somme de deux des quantités m, n, p est nulle, la courbe est une polhodie pour deux mouvements distincts; mais l'une des surfaces qui roulent se réduit à un cylindre de révolution. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les travaux de M.* Palmieri, *relatifs à l'électricité atmosphérique*; par M. FAYE.

« Tout le monde connaît l'observatoire du Vésuve et les travaux que M. Palmieri y a consacrés, depuis un tiers de siècle, à l'étude des phénomènes des volcans et de l'atmosphère. Le célèbre savant italien vient de résumer ses recherches sur l'électricité atmosphérique dans un Mémoire du plus haut intérêt. Je vais en donner une analyse rapide, et je comparerai quelques-uns de ses résultats aux idées que j'ai moi-même publiées il y a une dizaine d'années sur le même sujet.

» M. Palmieri, après avoir essayé tous les instruments connus, s'est arrêté à un électromètre de son invention, et il a opéré par des méthodes qui lui sont propres. Ses appareils, destinés à fournir des mesures précises, ne se prêtent pas, il est vrai, à l'enregistrement continu des phénomènes, condition à laquelle les météorologistes actuels tiennent essentiellement; mais, pour une branche de science peu avancée, comme celle de l'électricité atmosphérique, M. Palmieri pense que l'observateur doit être à côté de son instrument, afin de noter des détails non prévus qui ne sauraient s'inscrire d'eux-mêmes sur une feuille de papier. Ses méthodes s'appliquent d'ailleurs, avec un égal succès, à l'étude de l'électricité ordinaire par un ciel serein et, en cas d'orage, à toutes les phases du phénomène, sans faire courir à l'observateur le risque d'être foudroyé.

» Par un ciel serein, M. Palmieri trouve que l'électricité atmosphérique est toujours positive, pourvu que dans un certain rayon, qui peut aller à 70^{km}, il ne tombe ni pluie, ni grêle, ni neige.

Si, par un ciel clair, on note la présence de l'électricité négative, on peut être certain qu'il pleut, qu'il neige ou qu'il grêle à une certaine distance.

» M. Palmieri a constaté, comme bien d'autres observateurs, que l'électricité de l'air est soumise à une variation diurne avec deux maxima et deux minima; mais il a reconnu que cette période diurne est facilement troublée par un vent qui souffle, un nuage qui apparaît à l'horizon, ou un brouillard venant de la mer.

» Enfin il a trouvé, par des observations faites simultanément à l'Université de Naples, à l'Observatoire de Capodimonte et à celui du Vésuve, que cette période varie singulièrement avec l'altitude et que la tension électrique de l'air est loin de croître régulièrement à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère.

» L'observatoire du Vésuve peut être considéré comme un véritable observatoire de montagne. Il lui arrive d'être enveloppé pendant des journées entières, et même des semaines, par les nuages qui coiffent la montagne jusqu'à plusieurs centaines de mètres en contre-bas de l'édifice. M. Palmieri a donc eu de fréquentes occasions d'expérimenter directement sur les nuages. Il a constaté ainsi que les nuages n'accusent pas d'électricité propre, lorsqu'ils ne se trouvent pas en voie de se résoudre en pluie, en neige ou en grêle (1).

» Mais c'est surtout en temps de pluie qu'il importe d'étudier les variations de l'électricité. M. Palmieri formule à ce sujet la loi suivante :

» *Là où tombe la pluie, on trouve de fortes traces d'une quantité d'électricité positive, qui est entourée d'une zone plus ou moins étendue d'électricité négative, à laquelle succède une nouvelle zone positive, qui va en diminuant jusqu'à une certaine distance.*

» Cette loi se vérifie aisément dans les pluies qui parcourent des espaces assez longs, mais d'une largeur restreinte. Elle s'applique aussi aux pluies d'orages; seulement, à des averses plus fortes, répondent des manifestations plus énergiques. Les grandes tensions électriques, qui font sauter violemment l'index de l'électromètre au delà de 90°, indiquent toujours qu'il existe de fortes pluies à quelque distance.

» De là l'auteur conclut que tout nuage qui se résout en pluie est une source continue d'électricité, qui, lorsqu'elle ne peut se dissiper par l'humidité de l'air ambiant, se décharge, sous forme d'étincelle ou de foudre, vers le sol ou vers les nuages voisins. Ces puissantes tensions naissent au commencement de la pluie, durent avec elle et finissent comme elle. On comprend de cette façon, dit le célèbre physicien italien, le phénomène laissé sans explication par les météorologistes et qui consiste dans ce fait que,

---

(1) C'est une erreur invétérée, dit-il, de croire que les nuages se comportent comme des conducteurs se chargeant tantôt d'électricité positive, tantôt d'électricité négative. Tant que ceux qui s'occupent de météorologie électrique ne sortiront pas de leur cabinet pour consulter la nature à l'aide d'observations directes, tant qu'ils s'en rapporteront exclusivement aux courbes fournies par les appareils enregistreurs, ces erreurs se perpétueront.

pendant un orage, une série indéfinie d'éclairs peut jaillir du même nuage, par cette raison que l'électricité se développe tant que dure la résolution du nuage en eau.

» Effectivement M. Palmieri attribue l'abondante production de l'électricité dans les nuages orageux à la condensation qui y réunit les vésicules aqueuses en gouttes de pluie.

» Là me paraît être le point faible de cet important Mémoire. M. Palmieri a bien cherché à vérifier cette opinion par des expériences directes; mais il n'a obtenu ainsi que des traces insignifiantes d'électricité. D'autre part, des expériences récentes, en Allemagne, n'en ont pas donné du tout (1). Il n'y a peut-être pas à s'en étonner. Bien que des changements d'état soient toujours accompagnés, en théorie, de phénomènes électriques, encore faut-il que les deux électricités opposées soient appelées à suivre des chemins différents pour que leur manifestation soit sensible. Or, dans les condensations qui se produisent artificiellement dans les expériences de laboratoire, ou qui donnent lieu à la pluie au sein d'un nuage, s'il y a production d'électricités contraires, celles-ci doivent se recombiner immédiatement, grâce à la mobilité et à la continuelle juxtaposition des parties, et ne laisser place qu'à un dégagement de chaleur.

» D'ailleurs la condensation doit elle-même avoir une cause. Il est tout aussi difficile de comprendre un nuage capable de verser indéfiniment de la pluie ou de la grêle, qu'un nuage capable d'engendrer continuellement de l'électricité et de fournir indéfiniment des éclairs et le tonnerre. Enfin il ne faudrait pas laisser de côté, comme s'il s'agissait de phénomènes accessoires, les mouvements de gyration et de translation qui se manifestent invariablement dans les orages. Loin d'être accessoires, ces phénomènes-là sont, à mon avis, et je crois l'avoir démontré, la partie première et essentielle.

» Dans une Notice qui aura échappé à l'attention de M. Palmieri (2), j'ai montré, il y a une dizaine d'années, que les pluies d'orage, les grêles et même les simples averses sans tonnerre sont dues à des mouvements tourbillonnaires, à axe vertical, qui descendent des hautes régions, entraînant avec eux des cirrhus ou aiguilles de glace, et produisant en dessous un abaissement parfois considérable de température, de manière à déter-

(1) *Annales de Wiedemann*, n° 12, 1883, et *Lumière électrique* du 19 janvier 1884.

(2) Voyez, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1877, ma Notice *Sur les orages et sur la formation de la grêle*.

miner la condensation des vapeurs contenues dans la couche d'air et de nuages où ils aboutissent. Mais j'admettais alors que l'électricité qui accompagne ces phénomènes était celle des hautes régions de l'atmosphère, ramassée et condensée sur les aiguilles de glace des cirrhus. Aujourd'hui M. J. Luvini, de Turin (1), qui a adopté ma théorie des orages, et M. Andries, de Wilhelmshaven (2), dont les idées se rapprochent beaucoup des miennes, pensent que l'électricité propre des cirrhus ne joue pas le rôle principal. A leurs yeux l'électricité se développe par le choc ou le frottement de ces innombrables aiguilles de glace (ou, suivant M. Andries, des gouttelettes d'eau condensées ou même congelées) contre l'air humide des régions traversées par le tourbillon. Ce serait un cas de transformation de la force vive en électricité tout à fait semblable aux phénomènes observés par Faraday dans son étude des machines hydro-électriques, et tout récemment par M. Cailletet dans son appareil de production de l'acide carbonique en neige, ou par M. Joly dans le jet d'acide carbonique sortant de la bouteille de Natterer.

» Cette opinion me paraît fort plausible. A la vérité, elle semble tout d'abord tomber sous le coup de l'objection que je faisais tout à l'heure à l'idée de M. Palmieri. Si, en effet, le frottement de particules hétérogènes, solides ou liquides, contre une masse gazeuse, produit la décomposition de l'électricité neutre, dans un mouvement gyratoire, les deux électricités opposées doivent se recombiner, avec simple manifestation de chaleur, au fur et à mesure de leur séparation. Cela aurait lieu effectivement si le tourbillon était stationnaire : mais il n'en existe pas de tels, et, en réfléchissant à la nature des mouvements gyratoires qui, tous, voyagent avec rapidité sur de vastes trajectoires, on voit que l'objection ne porte pas ici. Leurs spires, animées d'une gyration violente, et en même temps d'une translation rapide, à raison de 18 ou 20 lieues par heure, à travers l'air relativement calme des régions inférieures, doivent laisser derrière elles l'air ambiant, mauvais conducteur, chargé de l'une de ces électricités, absolument comme, dans le jeu du plateau de verre d'une machine électrique, la partie frottée, mauvaise conductrice, fuit en arrière du coussin frottant, et emporte avec elle toute l'électricité d'un même signe qui s'y est développée, sans lui permettre de se recombiner avec celle du

(1) *Sept études* de M. J. Luvini, 1884; Turin et chez Gauthier-Villars.

(2) *Ueber Gewitter und Hagelbildung* (*Ann. d. Hydr.*, etc., XII Jahrgang, Berlin, 1884, Heft I und III; 1885).

coussin, à laquelle on offre d'ailleurs un autre chemin. S'il en est ainsi, ce sera surtout à l'arrière d'un orage ou d'une averse que l'on observera les phénomènes si bien décrits par M. Palmieri. C'est ce que j'ai observé moi-même, il y a une quarantaine d'années, à l'aide du grand mât électrique qu'Arago avait fait ériger à l'Observatoire de Paris (¹).

» Il y a plus, pour que le passage violent de particules solides (ou liquides) dans l'atmosphère humide engendre de l'électricité en abondance, et d'une manière continue, il n'est pas nécessaire que ces particules soient des aiguilles de glace : les cendres volcaniques lancées par une éruption produisent le même effet, et déterminent quelques-uns des phénomènes d'un orage ordinaire. C'est justement dans les belles observations de M. Palmieri sur le Vésuve que M. J. Luvini (²) a puisé les éléments de cette importante remarque. M. Palmieri a en effet réuni de longue main toutes les descriptions, tous les dessins et tableaux des éruptions anciennes du Vésuve. En compulsant cette précieuse collection, en la comparant aux éruptions qu'il a observées lui-même, parfois au péril de sa vie, il a reconnu que les éclairs et les traits de foudre s'y sont montrés chaque fois que l'éruption, où la vapeur d'eau ne manque jamais, a été accompagnée d'une forte pluie de cendres (³). Si au contraire les cendres ont manqué, comme dans la grande éruption de 1850, les éclairs et le tonnerre volcanique ont absolument fait défaut.

» Mais le phénomène est encore plus général. De simples poussières terrestres, soulevées par le vent et entraînées dans les violentes gyrations d'une trombe ou d'un tornado, peuvent produire, non pas sans doute du tonnerre et des éclairs, mais des phénomènes électriques très appréciables. Ainsi l'on a constaté aux Indes anglaises que, dans les tempêtes de poussière si fréquentes au Penjaub et dans le royaume de Lahore, on peut tirer, de conducteurs métalliques placés sur des maisons, des étincelles d'un pouce de longueur (⁴).

» Toutefois, pour produire un orage *complet*, l'intervention continue des

---

(¹) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1877 : *Sur les orages et la formation de la grêle*, p. 555.

(²) *Origine de l'électricité de l'air, des nuages orageux et des éruptions volcaniques*, dans l'Ouvrage intitulé : *Sept études* de J. Luvini, 1884; Turin et chez Gauthier-Villars.

(³) M. Palmieri a constaté directement la présence d'électricité négative dans les cendres qui tombaient sur son observatoire pendant les éruptions.

(⁴) *Annuaire* déjà cité, p. 571, et Baddeley, *On the dust-storms in India* (*Philosophical Magazine*, 1850).

cirrhus entraînés par une violente gyration descendante est indispensable. J'ai fait à ce sujet une remarque que M. de Lapparent a bien voulu citer dans son beau *Traité de Géologie*, p. 393 (1re édition) ; c'est qu'en dépit de la masse énorme de vapeur d'eau qui accompagne les éruptions et qui va, loin du cratère, former des nuages lançant des éclairs, jusque sur le Pausilippe (en 1707, par exemple), jamais on n'a vu tomber la grêle.

» Bien que mes idées théoriques sur les orages diffèrent beaucoup, comme on vient de le voir, de celles de M. Palmieri, je suis heureux de rendre ici hommage à ses beaux travaux et d'appeler l'attention de l'Académie sur le récent Mémoire où le célèbre physicien vient de les résumer ([1]). »

M. **Mascart** présente les observations suivantes à propos de la Communication dont M. Faye vient de donner lecture :

« Je demande la permission de présenter quelques remarques à propos de la Communication précédente. D'après la théorie que M. Faye vient de rappeler et qu'il a exposée souvent dans les *Comptes rendus*, les cyclones ou, plus généralement, les mouvements tournants de même allure, quel que soit leur rayon d'action, proviendraient des régions supérieures de l'atmosphère, et le centre du phénomène serait le lieu d'un courant *descendant*.

» Si j'ai bien compris les idées de notre illustre Confrère, cette manière de voir ne semble pas conforme aux faits les mieux observés.

» Autour d'une aire de hautes pressions sur l'hémisphère nord, le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, ou avec une rotation droite, mais sa direction n'est pas exactement tangente aux courbes d'égale pression, elle a une composante centrifuge très marquée. On le voit nettement, soit dans les Cartes météorologiques journalières, soit dans les résultats moyens des observations.

» Les belles Cartes marines de M. Brault sur le régime du vent dans l'Atlantique nord, en particulier, montrent que la région des Açores, où se trouve un maximum barométrique, est le centre d'un vent qui diverge dans tous les sens; la rotation droite est alors une conséquence toute naturelle du mouvement de la Terre. Il est donc nécessaire que l'air descende des

---

([1]) *Lois et origines de l'électricité atmosphérique*. Traduction de MM. P. Marcillac et A. Brunet; Gauthier-Villars, 1885.

régions supérieures sur un centre de hautes pressions pour alimenter les vents divergents.

» Les minima moyens de pression et les cyclones présentent presque exactement les apparences inverses. La rotation du vent est gauche, mais sa direction en chaque point a une composante centripète, même dans les cas où une dépression reste presque stationnaire pendant plusieurs jours. Comme l'air ne peut s'accumuler sans limite au centre de la dépression, il doit y avoir en ce point un courant ascendant. Cette aspiration énergique est démontrée d'ailleurs par tous les effets connus des cyclones : les toits enlevés, les habitants même emportés à une grande hauteur, la mer soulevée, et je ne sache pas qu'on ait jamais constaté un affaissement de la surface des eaux à la base d'une trombe.

» Il est vrai qu'on a vu souvent les nuages descendre, mais n'est-il pas naturel d'expliquer cette apparence par le refroidissement rapide de l'air ascendant et par une condensation progressive de la vapeur d'eau, qui se propage de haut en bas?

» Enfin, sans entrer dans aucune considération théorique sur l'origine et le développement des cyclones, l'observation semble démontrer aussi que les régions supérieures de l'atmosphère y sont médiocrement intéressées; j'en citerai seulement deux preuves. M. Eliot a étudié avec le plus grand soin deux cyclones qui se sont formés en 1876 sur le golfe du Bengale et ont ravagé les côtes de l'Inde, pendant que, dans les stations élevées de Ceylan, le baromètre n'éprouvait aucune variation en rapport avec la tempête. De même, d'après les nombreuses observations étudiées par M. Loomis, il arrive fréquemment que la pression sur le Pikes Peak, à l'altitude de 4300^{m}, n'est pas affectée par les cyclones qui passent au pied de la montagne.

» L'opinion à peu près unanime des météorologistes sur le mouvement de l'air dans les cyclones me paraît donc s'appuyer sur un ensemble d'observations concordantes. »

M. **Faye**, sur la demande de M. le Président, remet sa réponse à la prochaine séance.

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'isomérie dans la série aromatique. — Chaleur de neutralisation des acides oxybenzoïques;* par MM. **Berthelot** et **Werner**.

« L'étude des phénols polyatomiques isomères nous a conduits à en manifester la diversité constitutionnelle par la mesure des chaleurs de neutralisation. En effet, les phénols obtenus par deux substitutions opérées dans une même molécule acétylénique génératrice, c'est-à-dire les dérivés qui appartiennent à la série orthobenzénique, se distinguent très nettement des phénols obtenus par deux substitutions opérées dans deux molécules acétyléniques différentes, c'est-à-dire des dérivés métabenzéniques et parabenzéniques. Ces deux ordres de phénols répètent deux fois vis-à-vis des bases la fonction phénolique; tandis que les phénols orthobenzéniques la manifestent une fois de moins.

» Nous avons cherché si cette relation pouvait être généralisée, et nous avons trouvé que les résultats obtenus sur les trois acides oxybenzoïques isomères lui sont entièrement conformes. Voici les faits.

» I. *Acide orthoxybenzoïque ou salicylique :* $C^{14}H^6O^6 = 138^{gr}$: fusible à 155°.

		Cal
1°	$C^{14}H^6O^6$ dissous ($1^{éq} = 69^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 6^{lit},9$), à 10°...	+12,91
	+ 2ᵉ NaO................	+ 0,81
	Total.........	+13,7
2°	Acide solide + NaO ($1^{éq} = 4^{lit}$)........................	+ 6,56
	+ 2ᵉ NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$)........................	+ 2,07
		+ 8,63
	D'où résulte, pour la *chaleur de dissolution* de l'acide......	— 6,35

» Le premier équivalent d'alcali, agissant sur l'acide salicylique dissous, dégage une quantité de chaleur voisine de celle que développe l'acide acétique ou l'acide lactique. Le deuxième équivalent d'alcali dégage une nouvelle quantité de chaleur, d'autant plus faible que la liqueur est plus diluée. L'acide salicylique se comporte à cet égard comme un acide-alcool, conformément aux faits et à la théorie développés par l'un de nous, il y a treize ans. Jusque-là rien de nouveau; mais ce qui suit est plus inattendu.

» II. *Acide métaoxybenzoïque :* $C^{14}H^{6}O^{6} = 138^{gr}$: fusible à 194-195°.

		1re série.	2e série NaO = 3lit.
		Cal	Cal
1° $C^{14}H^{6}O^{6}$ dissous ($1^{éq} = 60^{lit}$) +	NaO ($1^{éq} = 6^{lit}$), à 12°...	+13,18	+12,80
»	+ 2e NaO » ...	+ 8,52	+ 8,20
	Total................	+21,70	
»	+ 3e NaO...........................		+ 0,70
»	+ 4e NaO...........................		+ 0,00
	Total...........................		+21,70
2° Acide solide + NaO ($1^{éq} = 4^{lit}$)................................			+ 7,00

D'où résulte la *chaleur de dissolution de l'acide :* — 6,18.

» Le premier équivalent d'alcali dégage, avec l'acide dissous, à peu près la même quantité de chaleur qu'avec l'acide orthoxybenzoïque et l'acide acétique. Mais le deuxième équivalent dégage une nouvelle quantité de chaleur, fort voisine de celle que développe le phénol, et qui accuse la fonction mixte d'acide-phénol de l'acide métaoxybenzoïque. Le troisième équivalent d'alcali dégage encore un peu de chaleur; sans doute à cause de la dissociation du phénate bibasique par l'eau.

III. *Acide paraoxybenzoïque :* $C^{4}H^{16}O^{6} = 138^{gr}$: fusible à 208°-210°.

1° Acide déshydraté solide $C^{14}H^{6}O^{6}$ (138^{gr}) + NaO ($1^{éq} = 4^{lit}$), à 19°....	+ 7^{Cal},27
2° Acide hydraté solide $C^{14}H^{6}O^{6}, H^{2}O^{2}$ (156^{gr}) + NaO, à 19°..........	+ 5^{Cal},13

D'où résulte pour la *chaleur d'hydratation*

$C^{14}H^{6}O^{6} + H^{2}O^{2}$ liquide $= C^{14}H^{6}O^{6}, H^{2}O^{2}$..... + 2^{Cal},14; $H^{2}O^{2}$ solide : + 0,71

3° Acide dissous (préparé avec l'acide déshydraté) ($1^{éq} = 53^{lit}$,5)

	Cal
+ NaO ($1^{éq} = 5^{lit}$,35) dégage, à 13°........	+ 12,97
+ 2e NaO............................	+ 9,33
Total.........	+ 22,30

4° Acide dissous (préparé avec l'acide hydraté) ($1^{éq} = 60^{lit}$)

	Cal
+ NaO ($1^{éq} = 3^{lit}$) dégage, vers 13°........	+ 12,73
+ 2e NaO............................	+ 8,77
+ 3e NaO............................	+ 0,70
+ 4e NaO............................	+ 0,0
Total.........	+ 22,20

» On tire d'abord de ces nombres :

» La *chaleur de dissolution* de l'acide paraoxybenzoïque, soit — $5^{Cal},58$.

» La chaleur de neutralisation par le premier équivalent d'alcali est sensiblement la même qu'avec les deux autres acides isomères et elle diffère peu de celles de l'acide acétique ou de l'acide lactique dissous. Mais le deuxième équivalent dégage une nouvelle dose de chaleur : $+ 8^{Cal},77$, voisine de la chaleur normale développée par le phénol; précisément comme l'acide métaoxybenzoïque. Cette quantité croît un peu avec un troisième équivalent de soude, toujours comme pour l'acide métaoxybenzoïque.

» Ainsi les trois acides isomères, dans l'état dissous, dégagent à peu près la même quantité de chaleur en s'unissant avec un seul équivalent d'alcali, et cette quantité répond aux acides monobasiques analogues. Leur chaleur même de dissolution diffère peu, étant donné surtout l'ordre de grandeur des erreurs possibles pour les liqueurs diluées, fournies par des corps si peu solubles (2^{gr} au litre environ).

» Mais la diversité s'accuse avec le second équivalent d'alcali, lequel manifeste la fonction phénolique avec les acides para et métaoxybenzoïque; tandis qu'elle est nulle ou presque insensible avec l'acide salicylique ou orthoxybenzoïque. Cette diversité répond précisément à celle des trois oxyphénols, susceptibles d'être regardés comme les générateurs des trois acides oxybenzoïques, et elle manifeste la diversité thermochimique des isomères aromatiques. — Nous donnerons très prochainement les résultats observés dans la réaction du brome sur les trois mêmes acides. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note sur le monument à élever à la mémoire de* Nicolas Leblanc; par M. **Eug. Peligot.**

« Je demande à l'Académie la permission de l'entretenir d'une question à laquelle elle s'est intéressée à diverses époques : il s'agit du monument à élever à la mémoire de Nicolas Leblanc, l'inventeur de la soude artificielle.

» L'historique de cette grande découverte a été fait le 31 mars 1856 par une Commission composée de MM. Thenard, Chevreul, Pelouze, Regnault, Balard et Dumas rapporteur. C'est, dit M. Dumas, « un des plus » grands bienfaits, sinon le plus grand, dont les arts chimiques aient été » dotés depuis soixante ans ». Dès cette époque, Thenard proposait d'élever par souscription une statue à Nicolas Leblanc.

» Ce projet a été repris par M. Dumas : dans une Communication faite

à l'Académie le 22 juillet 1882, notre très regretté Secrétaire perpétuel développait en termes éloquents les titres de Nicolas Leblanc à la reconnaissance publique. « Les deux plus grandes nouveautés économiques du » siècle sont la machine à vapeur et la soude artificielle; les deux inven- » teurs les plus féconds, James Watt et Nicolas Leblanc. S'il s'agissait de » reconnaître quel est celui dont l'influence a été la plus considérable dans » l'accroissement du bien-être de l'espèce humaine, on pourrait hésiter. » Toutes les améliorations touchant aux arts mécaniques dérivent, il est » vrai, de la machine à vapeur; mais tous les bienfaits se rattachant aux » industries chimiques ont trouvé leur point de départ dans la fabrication » de la soude extraite du sel marin. »

» A la demande de la ville d'Issoudun, qu'on croyait être le lieu de naissance de Nicolas Leblanc, un Comité de patronage s'était formé, avec la coopération d'un grand nombre de nos confrères, dans le but d'assurer à l'inventeur de la soude artificielle l'hommage tardif qui lui est dû. Mais la fatalité, qui accablait Leblanc pendant sa vie, devait aussi poursuivre sa mémoire : le Comité a perdu son illustre président, M. Dumas; d'autre part, contrairement au dire de tous les biographes, Nicolas Leblanc n'est pas né à Issoudun.

» Depuis les premières réunions du Comité, son arrière-petit-fils, M. Anastasi, réunissait, dans un livre fort intéressant, tous les documents relatifs à la vie et aux travaux de son aïeul : malgré la cécité dont il a été frappé au milieu de la carrière d'artiste qu'il poursuivait avec éclat, l'auteur de cet Ouvrage est arrivé, par ses persévérantes recherches, à retrouver l'acte de naissance de Nicolas Leblanc; je dépose sur le bureau de l'Académie cet acte, qui n'est autre qu'un acte de baptême, attendu qu'à l'époque à laquelle il remonte les actes de l'état civil n'existaient que dans les paroisses. M. Anastasi demande à l'Académie de vouloir bien conserver dans ses archives ce document authentique.

» C'est à Yvoy-le-Pré, département du Cher, que Nicolas Leblanc est né le 6 décembre 1742. On lui avait attribué par erreur un acte de 1753, d'un nommé Jacques-Nicolas Blanc, né à Issoudun, dans le département de l'Indre. Les deux localités, faisant partie de l'ancienne province du Berry, sont très proches l'une de l'autre.

» Dans ces conditions, la tâche du Comité de patronage se trouvait modifiée. Nous avons considéré comme un devoir de ne pas abandonner l'œuvre de réparation entreprise par notre illustre maître, M. Dumas. La souscription ayant un caractère international, des savants illustres et de grands

industriels anglais, belges et allemands, ont bien voulu s'adjoindre aux membres de l'ancien Comité, qui, dans l'espace de quelques mois, avait perdu son président et MM. Wurtz et Paul Thenard. L'Académie apprendra avec satisfaction que, grâce au concours des uns et des autres et à la pieuse activité de M. Anastasi, les souscriptions recueillies sont dès à présent presque suffisantes pour permettre à la Commission d'administration, composée de MM. Anastasi, Armengaud et Petit, de s'occuper de l'exécution du monument commémoratif.

» Le Comité de patronage avait à déterminer la localité dans laquelle sera érigée la statue du célèbre inventeur. Elle a hésité entre la ville de Bourges, Nicolas Leblanc étant un enfant du Berry; la ville de Saint-Denis, dans laquelle il avait établi la première fabrique de soude artificielle, et le Conservatoire des Arts et Métiers. Elle a choisi cet établissement. Avec l'assentiment de M. le Ministre du Commerce, la statue de Nicolas Leblanc sera placée non loin de celles de Denis Papin et de Philippe de Girard qui, comme la sienne, sont un hommage rendu à la Science et à l'Industrie françaises. On sait, d'ailleurs, que Nicolas Leblanc, qui est mort en 1806 de découragement et de misère, avait reçu de Molard, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, un accueil qui lui a permis de continuer les recherches scientifiques qu'il avait entreprises. Dans l'avant-propos de l'Ouvrage publié en 1802 sous le titre : *De la cristallotechnie*, il s'exprime ainsi :

« Le citoyen Molard, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, m'a fourni des secours sans lesquels il m'eût été impossible de reprendre mes opérations et de parvenir à pouvoir exposer mes produits sous les yeux du public. C'est dans un laboratoire de cet établissement, à Saint-Martin, que se fait aujourd'hui mon travail. »

» J'ajoute que le fils de Nicolas Leblanc, artiste distingué, a créé au Conservatoire des Arts et Métiers l'enseignement du dessin industriel dont il a été le plus habile promoteur.

» Ces considérations expliquent la décision prise par le Comité de patronage, de placer au Conservatoire le monument élevé, par une souscription internationale, à la mémoire de l'inventeur de la soude artificielle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Sacc adresse des indications thérapeutiques destinées à compléter la Communication qu'il a soumise au jugement de l'Académie dans la séance du 15 juin dernier.

Cette nouvelle Note et les échantillons de graines qui l'accompagnent sont renvoyés à l'examen de la Section de Médecine.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un volume portant pour titre : « Mémoires sur l'Électrodynamique ». Ire Partie. Ce volume est le tome II de la Collection de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la Société française de Physique.

MÉCANIQUE. — *Sur la courbure de l'herpolhodie.* Note de M. J.-N. Franke, présentée par M. Darboux.

« Le beau théorème de M. de Sparre, que l'herpolhodie de Poinsot ne présente ni points d'inflexion ni points de rebroussement, et dont MM. Mannheim et de Saint-Germain ont communiqué deux démonstrations à l'Académie, peut être démontré d'une manière directe, en partant de l'expression analytique du rayon de courbure de cette courbe remarquable.

» Prenons la projection du centre fixe de l'ellipsoïde d'inertie sur le plan invariable comme l'origine des rayons vecteurs ρ de l'herpolhodie, et comptons les angles polaires φ à partir d'un axe, mené arbitrairement par l'origine. En considérant les coordonnées ρ, φ comme fonctions du temps, on peut déterminer le rayon de courbure à l'aide de la formule

$$R = \frac{(\rho'^2 + \rho^2\varphi'^2)^{\frac{3}{2}}}{\rho^2\varphi'^3 + \rho(\rho'\varphi'' - \varphi'\rho'') + 2\varphi'\rho'^2},$$

dans laquelle ρ', φ', ρ'', φ'' désignent les dérivées par rapport au temps. Le calcul de chaque terme de cette formule ne présente aucune difficulté.

» Soient A, B, C les moments principaux d'inertie du corps, p, q, r les composantes de la rotation instantanée, prises par rapport aux axes principaux, et posons

$$\alpha = B - C, \quad \beta = C - A, \quad \gamma = A - B,$$

nous aurons alors les équations d'Euler

$$p' = \frac{\alpha}{A} qr, \quad q' = \frac{\beta}{B} rp, \quad r' = \frac{\gamma}{C} pq,$$

et les deux intégrales du problème

$$G^2 = A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2, \quad H = Ap^2 + Bq^2 + Cr^2.$$

» Pour déterminer ρ en fonction de p, q, r, on peut appliquer la formule

$$\rho^2 = \frac{p^2 + q^2 + r^2}{H} - \frac{H}{G^2},$$

qui donne, en remarquant que

$$G^2(p^2 + q^2 + r^2) - H^2 = \alpha^2 q^2 r^2 + \beta^2 r^2 p^2 + \gamma^2 p^2 q^2 = \delta_{22},$$

$$\rho^2 = \frac{\delta_{22}}{G^2 H}.$$

» Pour calculer la dérivée φ', remarquons que $\frac{p}{\sqrt{H}}, \frac{q}{\sqrt{H}}, \frac{r}{\sqrt{H}}$ sont les coordonnées rectangulaires du pôle instantané à l'époque t par rapport aux axes principaux, et que $\frac{p + dp}{\sqrt{H}}, \frac{q + dq}{\sqrt{H}}, \frac{r + dr}{\sqrt{H}}$ sont des coordonnées du pôle à l'époque $t + dt$. Projetons le triangle élémentaire, formé par le centre fixe de l'ellipsoïde et les deux pôles, sur les trois plans principaux de l'ellipsoïde; multiplions ces projections par les cosinus des angles que l'axe invariable à l'époque t fait avec les axes principaux, et prenons la somme de ces produits, il viendra

$$\rho^2 d\varphi = \frac{1}{GH}[A p(q\,dr - r\,dq) + B q(r\,dp - p\,dr) + C r(p\,dq - q\,dp)].$$

Divisons par dt et remplaçons p', q', r' par leurs valeurs données par les équations d'Euler, nous aurons l'expression

$$\rho^2 \varphi' = \frac{1}{ABCGH}(\alpha^2 BC q^2 r^2 + \beta^2 CA r^2 p^2 + \gamma^2 AB p^2 q^2);$$

en y remplaçant ρ^2 par sa valeur, cette équation donnera

$$\varphi' = \frac{G}{ABC}\frac{\Delta_{22}}{\delta_{22}},$$

où nous avons posé, pour abréger,

$$\Delta_{22} = \alpha^2 BC q^2 r^2 + \beta^2 CA r^2 p^2 + \gamma^2 AB p^2 q^2.$$

» En différentiant ρ^2 par rapport au temps et remplaçant p', q', r' par leurs valeurs, nous aurons

$$\rho' = -\frac{G}{\sqrt{H}}\frac{\alpha\beta\gamma}{ABC}\frac{pqr}{\sqrt{\delta_{22}}},$$

et un calcul semblable donnera la dérivée seconde du rayon vecteur

$$\rho'' = -\frac{G}{\sqrt{H}}\frac{\alpha\beta\gamma}{A^2B^2C^2}\frac{\alpha^3 BC q^4 r^4 + \beta^3 CA r^4 p^4 + \gamma^3 AB p^4 q^4}{\delta_{22}^{\frac{3}{2}}}.$$

» Des transformations successives permettent enfin de calculer la dérivée seconde de l'angle polaire

$$\varphi'' = 2G\frac{\alpha\beta\gamma}{A^2B^2C^2}\frac{A\alpha(\beta^2\gamma^2 q^4 - C^2\beta^2 r^4)p^2 + B\beta(C^2\alpha^2 r^4 - A^2\gamma^2 p^4)q^2 + C\gamma(A^2\beta^2 p^4 - B^2\alpha^2 q^4)r^2}{\delta_{22}^2} pqr.$$

» Portons les valeurs trouvées dans la formule donnée plus haut, et posons

$$h = A\beta^2\gamma^2 p^2 + B\gamma^2\alpha^2 q^2 + C\alpha^2\beta^2 r^2,$$
$$\Delta_{44} = \alpha^4(B + C - A)q^4 r^4 + \beta^4(C + A - C)r^4 p^4 + \gamma^4(A + B - C)p^4 q^4,$$

nous pouvons mettre l'expression du rayon de courbure sous la forme suivante :

$$R = \frac{1}{ABCG}\sqrt{\frac{\delta_{22}}{H}}\frac{(\Delta_{22}^2 + \alpha^2\beta^2\gamma^2 G^2 p^2 q^2 r^2)^{\frac{3}{2}}}{\Delta_{22}\Delta_{44} + 2(h\Delta_{22} + \alpha^2\beta^2\gamma^2 H\delta_{22})p^2 q^2 r^2}.$$

» Quel que soit l'ellipsoïde roulant, chaque terme de cette expression est toujours positif, excepté seulement Δ_{44}. On sait que la somme de deux axes d'un ellipsoïde d'inertie est toujours plus grande du troisième, d'où il suit que, dans le cas d'un tel ellipsoïde, le terme Δ_{44} est positif, et que, par conséquent, le dénominateur ne peut devenir nul; ce qui prouve le théorème que l'herpolhodie ne peut jamais présenter des points d'inflexion. Dans le cas d'un ellipsoïde arbitraire qui ne représente point la loi de la distribution des moments d'inertie d'un système matériel, Δ_{44} peut

prendre le signe négatif, et alors la trace du pôle instantané sur le plan fixe peut avoir des points d'inflexion. »

M. **Darboux** présente, au sujet de cette Communication, la remarque suivante :

« Le résultat remarquable obtenu par M. Franke après d'autres géomètres peut se déduire très simplement de la considération directe de l'herpolhodie relative au roulement d'une surface quelconque du second degré sur un plan. On définit complètement cette courbe, considérée en elle-même et comme trajectoire du pôle instantané, par les deux propriétés suivantes :

» La vitesse aréolaire du pôle, $\rho^2 \frac{d\theta}{dt}$, est une fonction linéaire

$$m + n\rho^2$$

du carré du rayon vecteur.

» Le carré de la vitesse totale $\frac{ds^2}{dt^2}$ est une fonction bicarrée de ρ

$$-h\rho^4 + k\rho^2 + l,$$

dans laquelle le coefficient h est négatif.

» En substituant aux constantes m, n, h, k, l leurs valeurs relatives au mouvement particulier que l'on considère et en écrivant l'équation qui détermine les points d'inflexion

$$d\left(\frac{ds^2}{\rho^4\, d\theta^2}\right) = 0,$$

on obtient le résultat suivant :

» a, b, c désignant les carrés des axes de la surface qui roule, rangés par ordre de grandeur, P la quantité

$$\mathrm{P} = \frac{2abc}{ab + ac + bc},$$

h, l^2 les constantes des forces vives et des aires, il faut et il suffit, pour qu'il y ait des points d'inflexion, que a, b, c, P, $\frac{h}{l^2}$, rangés par ordre de grandeur, présentent l'une ou l'autre des dispositions suivantes :

$$a,\ \frac{h}{l^2},\ b,\ \mathrm{P},\ c,$$

$$a,\ \mathrm{P},\ b,\ \frac{h}{l^2},\ c.$$

» Toutes les fois que, pour une surface, P ne sera pas compris entre a et c, il ne pourra pas y avoir d'inflexion pour l'herpolhodie. C'est ce qui arrive en particulier pour l'ellipsoïde d'inertie. Toutes les fois que P sera compris entre a et c, il pourra y avoir des points d'inflexion pour des valeurs convenablement choisies de $\frac{h}{l^2}$.

» J'ai donné ces résultats dans un travail qui est en cours d'impression et qui paraîtra prochainement. »

MÉCANIQUE. — *Sur la réduction du problème des brachistochrones aux équations canoniques.* Note de M. **Andoyer**, présentée par M. Darboux.

« Soit un point matériel M, sollicité par un système de forces données : on se donne deux points fixes A et B, et l'on cherche une courbe passant par ces deux points et telle que le temps employé par le mobile pour aller du point A au point B en suivant cette courbe soit le moindre possible. La courbe peut, d'ailleurs, être assujettie à se trouver sur une surface donnée.

» Nous supposerons l'existence d'une fonction des forces : alors la vitesse v du mobile est une fonction connue des coordonnées x, y, z.

» Il faut rendre minimum l'intégrale $\int_A^B \frac{ds}{v}$, s désignant l'arc de la courbe.

» La réduction de ce problème aux équations canoniques peut se faire de deux façons : en réduisant le problème à la recherche, soit de la courbe d'équilibre d'un fil flexible et inextensible, soit de la trajectoire d'un point matériel. Ces deux méthodes ne sont pas essentiellement distinctes, car l'identité de ces deux derniers problèmes a été reconnue depuis longtemps.

» I. Le calcul des variations conduit aux équations

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{1}{v}\frac{dx}{ds}\right) = \frac{\partial\left(\frac{1}{v}\right)}{\partial x},$$

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{1}{v}\frac{dy}{ds}\right) = \frac{\partial\left(\frac{1}{v}\right)}{\partial y},$$

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{1}{v}\frac{dz}{ds}\right) = \frac{\partial\left(\frac{1}{v}\right)}{dz}.$$

» Ce sont les équations d'équilibre d'un fil dont la tension est $\frac{1}{v}$. En utilisant les résultats indiqués par M. Appell (t. XCVI, p. 688), elles se ramènent aisément à un système d'équations canoniques intégrable par la méthode de Jacobi.

» La même chose a lieu si la courbe doit se trouver sur une surface donnée; le nombre des variables indépendantes se réduit alors à deux.

» II. Soit un second point matériel libre (ou assujetti à se trouver sur la surface donnée), dont la vitesse est à chaque instant $v' = \frac{1}{v}$. D'après le principe de la moindre action, la trajectoire qu'il suivra pour aller de A en B sera définie par l'équation

$$\delta \int_A^B v'\,ds = 0 \quad \text{ou} \quad \delta \int_A^B \frac{1}{v}\,ds = 0.$$

» Ce sera donc la brachistochrone cherchée.

» La réduction des équations à la forme canonique est alors immédiate.

» L'un ou l'autre des théorèmes que nous venons d'énoncer permet de démontrer immédiatement les propriétés des brachistochrones, dans le cas où la courbe n'est pas assujettie à se trouver sur une surface donnée, savoir :

» La force est dans le plan osculateur à la courbe.

» La projection de la force sur la normale principale de la courbe est égale à la force centrifuge.

» Si, au contraire, la brachistochrone est assujettie à se trouver sur une surface donnée, ces théorèmes sont remplacés par le suivant, qui a déjà été démontré par M. Resal :

» *La projection de la force sur celle des normales à la courbe qui est située dans le plan tangent a pour valeur* $\frac{v^2}{\rho_g}$, *en désignant par* ρ_g *le rayon de courbure géodésique de la courbe.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation séculaire de la déclinaison magnétique à Rio de Janeiro.* Note de M. Cruls, adressée par S. M. l'Empereur du Brésil et présentée par M. Faye.

« Aujourd'hui que nous sommes en possession d'un certain nombre de valeurs de la déclinaison magnétique obtenues à Rio de Janeiro, par divers observateurs et à diverses époques embrassant une période d'un peu plus

d'un siècle, j'ai pensé que le moment était venu de rechercher avec ces éléments la loi suivant laquelle varie cette déclinaison.

» M. Scott, du *Coast and geodetic Survey* des États-Unis, a publié en 1883 un travail très complet sur la variation séculaire de la déclinaison magnétique en un grand nombre de points du globe, entre autres Rio de Janeiro, et j'en ai extrait les observations faites en ce dernier lieu, auxquelles j'ai ajouté les résultats recueillis à Rio par Bento Sanches Dorta, il y a juste un siècle, de 1781 à 1785, et publiés *in extenso* dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Lisbonne, ainsi qu'une valeur déterminée tout récemment par M. Indio do Brazil, de la Répartition hydrographique du Brésil.

» Toutes ces données, qui m'ont servi pour le calcul, se trouvent réunies dans le Tableau ci-dessous :

Époque A de l'observation en année et dixièmes.	Intervalle I entre deux époques consécutives.	Déclinaison magnétique D en degrés et dixièmes.	Différence δ en minutes d'arc entre deux déclin. consécutives.	Valeurs $\frac{\delta}{I} = v$ en variation annuelle de la déclinaison.	Époque moyenne E correspondant à $v = \frac{\delta}{I}$.
1768,5		$-7^\circ,57$ E			
	15,0		$+58',2$	$+3',9$	1775,0
1783,5		$-6,60$			
	4,0		$+24,0$	$+6,0$	1785,0
1787,5		$-6,20$			
	33,0		$+198,0$	$+6,0$	1804,0
1820,5		$-2,90$			
	1,0		$+27,0$	$(-27,0)$	1821,0
1821,5		$-3,35$			
	8,9		$+72,6$	$+8,2$	1826,0
1830,4		$-2,14$			
	6,1		$+8,4$	$(+1,4)$	1833,5
1836,5		$-2,00$ E			
	21,0		$+199,8$	$+9,5$	1847,0
1857,5		$+1,33$ W			
	8,5		$+82,2$	$+9,7$	1861,7
1866,0		$+2,70$			
	10,5		$+103,8$	$+9,9$	1871,7
1876,5		$+4,43$			
	8,5		$+66,0$	$+7,8$	1880,7
1885,0		$+5,33$ W			

» Les valeurs de v, mises entre parenthèses sont évidemment entachées de quelque erreur.

» En adoptant pour origine du temps l'année $1850 = t_0$, la méthode des équations de condition m'a conduit à la fonction périodique suivante, qui donne la déclinaison magnétique pour une année quelconque A', telle que $A' - 1850 = \pm m$:

$$D = +3^\circ,81 + 10^\circ,85 \sin(0,8\,m - 18^\circ,90).$$

» On suppose positives les déclinaisons occidentales et négatives les déclinaisons orientales. Dans l'expression ci-dessus, le facteur 0,8 est égal à

$\frac{360^\circ}{p}$ (p étant la période séculaire de la déclinaison, d'où $p = 450$ ans), et a été obtenu par hypothèses successives, de manière à réduire à un minimum la somme des carrés des différences entre les valeurs observées et les valeurs calculées. Afin de donner une idée du degré d'approximation avec lequel la formule représente les valeurs observées, je réunis dans le Tableau ci-après ces mêmes valeurs observées et calculées de la déclinaison magnétique, leurs différences Δ, le carré de celles-ci et la valeur de $\Sigma\Delta^2$.

Époque de l'observation.	Déclinaisons magnétiques observées.	Déclinaisons magnétiques calculées.	O. — C. ou Δ.	(O. — C.)² ou Δ².
1768,5	— 7°,57	— 6°,98	— 0°,59	0,3481
1783,5	— 6,60	— 6,51	— 0,09	0,0081
1787,5	— 6,20	— 6,31	+ 0,11	0,0121
1820,5	— 2,90	— 3,51	+ 0,61	0,3721
1821,5	— 3,35	— 3,40	+ 0,05	0,0025
1830,4	— 2,14	— 2,35	+ 0,21	0,0441
1836,5	— 2,00	— 1,56	— 0,44	0,1936
1857,5	+ 1,33	+ 1,39	— 0,06	0,0036
1866,0	+ 2,70	+ 2,66	+ 0,04	0,0016
1876,5	+ 4,43	+ 4,24	+ 0,19	0,0361
1885,0	+ 5,33	+ 5,52	— 0,19	0,0361
				$\Sigma\Delta^2 = 1,0580$

» L'erreur probable pour une observation isolée est

$$E = \sqrt{\frac{0,455 + \Sigma\Delta^2}{n - n'}} = 0^\circ,245,$$

expression dans laquelle $n = 11$ est le nombre total des observations et $n' = 3$ celui des inconnues qui entrent dans la fonction périodique. Sauf pour les observations de 1768, 1820 et 1836, l'accord entre l'observation et le calcul est assez satisfaisant, et il est à présumer d'ailleurs que les Δ représentent en partie un second terme périodique dont l'existence est assez bien accusée par le changement périodique du signe de Δ.

» Toutefois, après quelques tentatives infructueuses pour arriver à déterminer ce deuxième terme, j'ai dû y renoncer, attribuant cet insuccès aux erreurs qui entachent quelques-unes des observations, ainsi qu'au petit nombre de celles-ci. En différentiant la formule qui donne D et égalant à zéro la dérivée par rapport à m, nous en tirons $m = -88^{\text{ans}},8$, valeur qui rend maximum la déclinaison orientale; une deuxième valeur $m = +136^{\text{ans}},1$ rend maximum la déclinaison occidentale.

» En résumé, nous pouvons admettre les conclusions suivantes, qui résultent de la discussion à laquelle nous nous sommes livré, conclusions que les observations futures pourront altérer partiellement, mais qui cependant sont autorisées dans l'état actuel de nos connaissances sur la question :

» 1° La variation séculaire de la déclinaison magnétique à Rio de Janeiro embrasse une période d'environ 450 ans.

» 2° La valeur qui correspond à l'élongation maximum orientale de l'aiguille est de 7°, et la dernière s'est produite vers 1761.

» 3° La valeur qui correspond à l'élongation maximum occidentale est de 15° et la prochaine se produira vers 1986.

» 4° L'aiguille magnétique a passé par sa position moyenne, $D = +3°,8$ W, vers 1874; à cette époque aussi la variation annuelle était maximum et d'environ 10′, depuis lors elle décroît.

» 5° Finalement, en 1850, la déclinaison était presque nulle, d'environ $+0°,30$ W. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La lumière crépusculaire*. Note du P. **J. Denza**, présentée par M. Mascart.

« La lumière crépusculaire, qui depuis plus d'un an et demi a commencé à se montrer dans nos contrées, et qui semblait presque éteinte l'hiver dernier, a repris son ancien éclat au début de cet été. Vers la fin de mai, elle était déjà devenue très intense; on l'a vue à Moncalieri comme en plusieurs autres points de l'Italie, jusqu'en Sicile : mais sa splendeur s'est accrue de beaucoup dans les premiers jours du mois courant. Dans les journées du 4 et du 5 surtout, aussitôt après le coucher du Soleil, le ciel semblait en feu, tant le rouge qui le colorait était vif et éclatant.

» Toutefois, le soir du 13, le spectacle est devenu tout à fait surprenant, rivalisant avec ceux de l'hiver de 1883 et de l'été dernier. Il a commencé vers 8^h du soir, il a atteint sa plus forte intensité entre $8^h 20^m$ et $8^h 30^m$, et a duré jusque après $9^h 15^m$, heure à laquelle on distinguait nettement chaque maison de la ville et les villas parsemées en grand nombre sur notre riante colline, ainsi que toutes les parties de la plaine étendue qui se découvre de notre observatoire, jusqu'aux cimes et aux crêtes lointaines des Alpes Maritimes.

» Les phases du phénomène ont été à peu près les mêmes que celles

qui ont été si souvent décrites dans les périodes de sa plus grande intensité.

» A $8^h 25^m$, la lumière qui brillait sur les crêtes éblouissantes des Alpes Grées, derrière lesquelles le Soleil venait de disparaître, se montrait avec un éclat d'or resplendissant, qui en montant devenait sensiblement orange et puis rose tendre, et atteignait ainsi au delà de 60° sur l'horizon. La coloration s'étendait vers le nord avec une diminution d'intensité jusqu'aux Alpes Pennines, c'est-à-dire jusqu'au point où s'arrête la partie visible de notre observatoire, tandis qu'elle s'éteignait promptement au sud.

» Les lueurs se réfléchissaient sur le côté opposé du ciel où l'on apercevait comme un voile de brume d'une tendre nuance rouge pâle. Toute la plaine recevait une lumière jaune très claire qui en faisait ressortir les moindres aspérités. Les flancs des montagnes les plus lointaines apparaissaient colorés de bleu, ce qui ne permettait presque plus de distinguer les masses de neige dont leurs cimes sont encore couvertes, se dessinant d'une manière très nette sur le fond du ciel.

» Après $8^h 30^m$, la couleur jaune, cessant de resplendir, passait graduellement à l'orange et puis au citron, à mesure qu'elle s'avançait lentement vers le nord. Alors la teinte rose au-dessus s'élançait de plus en plus vers le zénith et devenait encore plus intense; elle a atteint son maximum d'élévation et de vivacité entre 9^h et $9^h 15^m$, s'élevant jusqu'à 80° à peu près sur l'horizon et projetant ses reflets sur un voile léger et élevé de nuages uniformes. Les plus belles nuances de jaune clair, vert clair, vert-émeraude, séparaient cette lumière de la clarté plus vive et orangée qui reposait sur les crêtes des montagnes.

» Il y avait encore trace de cette lumière vers $9^h 45^m$, heure à laquelle, en dépit de la sérénité du ciel, on n'apercevait encore distinctement que les étoiles de première grandeur.

» Ayant dirigé le spectroscope vers la région la plus lumineuse, j'ai vu dans les couleurs peu réfrangibles, rouge, orangé, jaune, les raies obscures bien connues, provenant de l'absorption atmosphérique, se montrer encore plus chargées que l'année dernière; celles de la vapeur d'eau étaient très intenses dans le rouge et l'orangé. Elles étaient aussi très distinctes, vues avec un petit spectroscope de poche, et elles ont été visibles jusqu'à 9^h. Les raies étaient beaucoup plus faibles dans le vert, le bleu, le violet.

» Le matin suivant du 14, à 4^h, on voyait de nouveau, à l'est, une teinte rose, éclairant tout le ciel de ce côté; et, plus tard, le soleil à son lever était entouré d'une immense auréole, plus faible toutefois que celle de l'année dernière.

» L'apparition s'est présentée dans les mêmes conditions atmosphériques qui avaient été constatées précédemment. Elle a commencé à paraître quand le baromètre était devenu haut, après les fortes dépressions des mois précédents, qui ont duré jusqu'au 20 mai, et elle a persisté tant que les pressions ont été élevées, savoir du 24 mai au 6 courant. Elle a cessé avec la bourrasque qui a traversé nos contrées du 8 au 10 et qui a amené les dernières pluies et les derniers orages; mais elle a repris à l'arrivée d'un fort courant d'air froid, qui a fait monter le baromètre plus haut qu'auparavant, rasséréné le ciel et fait baisser la température de 31° à 13°, du 7 au 14.

» Tout cela confirme de plus en plus ce que j'ai exposé dès la première apparition du phénomène en décembre 1883, savoir que toutes les lueurs crépusculaires observées sont avant tout l'effet de la vapeur d'eau disséminée dans les hautes régions de l'atmosphère, et je ne pense pas qu'on puisse soutenir que les cendres du Krakatoa sont encore à présent suspendues dans l'air. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recrudescence des lueurs crépusculaires.* Note de M. A. Boillot.

« Vendredi, 12 juin, le coucher du Soleil a été accompagné de phénomènes lumineux d'une beauté remarquable. A Paris, la couleur du ciel, d'abord jaunâtre à l'horizon, devenait rouge et violacée en s'élevant vers le zénith, jusqu'à une hauteur de 45° environ. Entre 8^h et 8^h30^m, toute la région du couchant était vivement colorée. L'intensité de cette coloration a augmenté jusqu'à 8^h30^m passées; son étendue horizontale embrassait à peu près le quart du cercle. Jamais les lueurs crépusculaires ne nous ont paru plus vives; vers la fin, la coloration a passé au rouge orangé à la base et au violet à la partie supérieure. Sa hauteur a diminué progressivement, en même temps que la teinte orangée s'accentuait encore davantage. Cette nuance était surmontée par le bleu grisâtre du ciel. A 8^h45^m, la lueur était d'un rouge foncé, avec une grande diminution dans sa hauteur. A 9^h et quelques minutes, le phénomène était encore visible, avec une bande jaunâtre en haut, mais toujours le rouge à l'horizon.

» Les 23 et 24 juin, la lueur crépusculaire a encore été observée, mais elle était moins vive que le 12. Le 24, elle était plus intense que le 23; le 27, elle a été assez vive.

» Nous avons appris qu'à Honfleur, sur le bord de la mer, l'observation du 12 juin a été faite comme à Paris.

» Quelle est la cause de ce phénomène? Nous ne pensons pas que les effets mentionnés ci-dessus puissent être attribués aux poussières provenant de l'éruption du Krakatoa, en 1883. Il serait difficile de concevoir que des poussières volcaniques, d'une ténuité aussi fine qu'on le voudra, pussent occasionner des jeux de lumière semblables à ceux qu'on vient d'observer, après vingt-deux mois écoulés depuis la dissémination de ces cendres dans l'atmosphère. »

CHIMIE. — *Sur les cristaux nacrés de soufre.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Debray.

« Dans une Etude sur la décomposition du persulfure d'hydrogène, M. Sabatier a annoncé récemment que, pour caractériser la forme du soufre produit, il l'avait mis en contact avec une solution saturée de soufre dans la benzine et avait obtenu les cristaux nacrés dont j'avais précédemment annoncé la production par voie sèche et par voie de dissolution (*Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 144).

» A cette occasion, M. Maquenne a présenté à l'Académie une réclamation dans laquelle : 1° il revendique la priorité de l'observation de M. Sabatier; 2° il conteste l'existence de la variété nacrée comme espèce cristalline nouvelle et essaye d'établir que ces cristaux sont des octaèdres.

» Je n'ai pas à m'occuper de la réclamation de priorité relative à la décomposition du persulfure d'hydrogène, mais je suis obligé d'intervenir au sujet de la forme des cristaux nacrés, car j'ai annoncé qu'ils constituent une variété cristalline distincte des deux autres précédemment connues, et j'ai montré que ces trois formes cristallines, que je puis à volonté produire simultanément dans un même liquide, se développent avec des vitesses extrêmement différentes et présentent des caractères qui ne permettent nullement de les confondre.

» Déjà, quelque temps après que j'eus fait connaître l'existence et le mode de production de ces cristaux, M. Maquenne (*Bulletin de la Société chimique*, t. Ier, p. 239; 1884) les regardait comme des octaèdres très allongés (dont la production a été signalée jadis par Ch. Sainte-Claire Deville), mais, comme cette assertion n'était pas catégorique, j'espérais qu'un examen plus attentif de ces cristaux conduirait l'auteur à modifier sa ma-

nière de voir : je vais montrer que les cristaux dont il s'agit ne sont nullement octaédriques.

» Lorsqu'on fait naître dans le sulfure de carbone, la benzine, le toluène, l'alcool, etc., les cristaux nacrés, ils peuvent, si l'on évite la présence de cristaux octaédriques, se conserver parfaitement transparents et inaltérés (j'en ai conservé pendant plusieurs semaines dans du toluène), mais cette figure d'équilibre est instable à la température ordinaire et si, à un moment quelconque, un octaèdre arrive fortuitement en contact avec ces baguettes ou ces lames nacrées, ou bien, ce qui est plus net encore, si l'on touche un point du cristal avec un octaèdre, on voit aussitôt au point de contact se produire une transformation : le soufre devient opaque de proche en proche et l'on peut suivre très nettement les progrès de la dévitrification. On reconnaît alors à la loupe, si le cristal est très étroit, qu'il se résout en une file de petits octaèdres transparents et, dans tous les cas, si les cristaux sont de plus grandes dimensions, l'ensemble devient opaque et prend alors souvent l'apparence des longues aiguilles octaédriques de M. Ch. Sainte-Claire Deville. Ces cristaux, que M. Maquenne a pris pour les cristaux nacrés, sont les produits de leur transformation en octaèdres; et s'il en a obtenu de très volumineux, c'est qu'il a laissé s'accroître dans un milieu nourricier des baguettes nacrées déjà transformées en éléments octaédriques et qui ont continué à grossir en donnant des octaèdres transparents. Les cristaux nacrés sont une figure d'équilibre instable, ils se dévitrifient et c'est pour cela que la détermination précise de leur forme cristalline présente des difficultés; ils se distinguent facilement des octaèdres rhombiques (quelle qu'en soit l'apparence); ceux-ci ont une figure d'équilibre stable aux températures ordinaires et ils ne se dévitrifient que si on les chauffe au delà de 97° et au contact d'un cristal prismatique. »

CHIMIE. — *Sur les propriétés du persulfure d'hydrogène*. Note de M. P. **Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« I. Nous avons conclu des expériences déjà publiées dans une Communication antérieure (¹) que le persulfure d'hydrogène est un mélange de *bisulfure* avec un grand excès de soufre dissous. J'ai remarqué qu'il contient aussi une quantité notable d'acide sulfhydrique, facile à extraire par un abaissement de pression.

(¹) *Comptes rendus*, t. C, p. 1346.

» Les conditions générales de stabilité du persulfure résultent de ce caractère complexe et de sa nature endothermique, que j'ai établie précédemment ([1]).

» Comme la plupart des corps endothermiques, il se détruit quand on l'échauffe. Si, pour une cause quelconque, la destruction s'opère en un point de la masse, la chaleur dégagée détermine la décomposition des parties voisines, et, de proche en proche, la destruction ira en s'accélérant, à moins qu'un refroidissement extérieur ne compense l'échauffement progressif du liquide. Sa faible conductibilité calorifique favorise ce mécanisme de réaction explosive.

» Le soufre dissous augmente la stabilité : le persulfure ordinaire se dissout dans l'éther, sans décomposition immédiate; au contraire, le composé distillé, voisin du bisulfure, se détruit aussitôt très vivement.

» L'hydrogène sulfuré dissous produit un effet analogue. J'ai constaté qu'on accélère la décomposition du persulfure en dirigeant au travers de ce corps un courant de gaz inerte, tel que l'hydrogène sec, qui enlève au fur et à mesure le gaz sulfhydrique. Un courant de ce dernier n'agit pas.

» J'ai trouvé aussi que la lumière accélère beaucoup la destruction du persulfure sec : celle-ci est très rapide dans un vase de verre blanc insolé; elle demeure négligeable dans un vase noirci, identique et juxtaposé.

» II. Selon leur action sur le persulfure, je groupe les diverses substances en quatre classes :

» 1° Certains corps n'exercent aucune action sensible sur le persulfure : tels sont l'air sec, l'hydrogène sec en espace limité, et aussi les acides concentrés, acide chlorhydrique fumant, acide acétique cristallisable, etc. L'efficacité classique de leur présence, pour conserver le persulfure, vient aussi de ce qu'ils empêchent le contact d'alcalis capables de le détruire.

» 2° La deuxième classe comprend les substances qui dissolvent purement et simplement le persulfure, sans le détruire, par exemple le sulfure de carbone, même saturé de soufre, les carbures tels que la benzine, les pétroles, le chloroforme.

» 3° Je place dans la troisième catégorie les corps qui exercent sur l'acide sulfhydrique ou sur le soufre une action physique ou chimique.

» L'iode solide ou dissous, le brome, le permanganate de potasse, qui détruisent l'hydrogène sulfuré, décomposent aussi le persulfure : mais en général la réaction est lente et presque assimilable à celle d'un gaz inerte enlevant constamment l'acide sulfhydrique.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 51.

» Les corps aérés, comme les poussières attachées aux parois des tubes, favorisent le dégagement d'hydrogène sulfuré dissous, et par suite aident lentement à la décomposition. Les corps poreux qui absorbent et fixent les gaz avec élévation de température, tels que le charbon de bois, la mousse de platine calcinée, interviennent plus activement, parce qu'ils contribuent à échauffer fortement un point du liquide.

» 4° Certaines substances paraissent fournir avec le bisulfure une combinaison passagère instable qui favorise la destruction de la masse.

» On sait que les alcalis détruisent promptement le persulfure; cette action ne peut s'expliquer par la combinaison exothermique de l'alcali avec le soufre et l'acide sulfhydrique, car j'ai observé qu'une solution de sulfure de potassium saturé de soufre et d'hydrogène sulfuré détruit rapidement le persulfure. A sec, l'effet semble nul avec du sulfure de sodium saturé de soufre et d'acide sulfhydrique. Ces faits me paraissent devoir être interprétés par la formation d'une combinaison de sulfure alcalin avec le bisulfure, composé très instable, destructible par l'eau et la chaleur. Je n'ai pu isoler nettement ce composé; il semble pourtant s'en produire des traces notables quand on opère avec des liqueurs froides et concentrées.

» Je rattache à cette classe l'eau, les alcools, les éthers.

» Le persulfure, placé en vase fermé au contact d'eau froide saturée ou non d'acide sulfhydrique, se recouvre immédiatement d'une couche laiteuse qui se diffuse dans le liquide, et dont la formation est accompagnée de la destruction fort rapide du sulfure. Cette matière blanche en suspension dans l'eau est du soufre insoluble dans le sulfure de carbone, bientôt transformé en soufre soluble, mais *immédiatement soluble dans l'éther*, d'où il recristallise octaédrique. J'explique ce fait par la production d'un hydrate de bisulfure, rapidement destructible en hydrogène sulfuré et soufre amorphe insoluble de nature spéciale.

» Les alcools et les éthers, principalement l'éther ordinaire, donnent lieu à une action semblable; mais, à cause de la solubilité du soufre dans la liqueur, le composé temporaire se détruit avec formation de soufre nacré.

» M. Maquenne a récemment adressé à l'Académie une réclamation de priorité au sujet de ce soufre nacré obtenu avec l'éther. Je n'ai jamais eu la pensée de m'attribuer cette observation, due à Thenard [1], qui se

---

[1] Quant à l'éther sulfurique, il opère d'abord la dissolution de la liqueur, et bientôt laisse déposer une foule de cristaux en aiguilles blanches qui, par leur dessiccation à l'air, prennent une couleur jaune, et paraissent être du soufre pur (THENARD, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XLVIII, p. 83; 1831).

trouve consignée dans le Traité de Berzélius. J'ai seulement voulu indiquer un moyen simple de prouver que ces cristaux sont du soufre. Je persiste d'ailleurs à penser que ce soufre est distinct du soufre octaédrique et doit être séparé sous le nom de *soufre nacré;* car :

» 1° Ces cristaux se transforment en octaèdres en devenant jaunes et opaques;

» 2° Portés dans une solution froide sursaturée de soufre dans la benzine, ils déterminent un dépôt nacré, rigoureusement identique, tandis que le soufre octaédrique donne seulement des octaèdres.

» Quant à l'analogie d'angles, que je n'ai point vérifiée, elle est rendue probable par la facile transformation des cristaux qui s'opère sans briser leur forme extérieure. M. Pasteur a fait autrefois, sur les soufres octaédrique et prismatique, une remarque analogue ([1]). »

CHIMIE. — *Action de l'azotate d'ammoniaque ammoniacal anhydre sur quelques métaux*, Note de M. G. Arth, présentée par M. Debray.

« A l'occasion de la Communication de M. Morin, présentée dans la séance du 15 juin, je demande la permission de signaler un fait du même genre qui a trait aux propriétés des azotates d'ammoniaque ammoniacaux liquides, que MM. Divers et Raoult ont préparés, et dont M. Troost a définitivement fixé la composition (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 789).

» Ayant fait agir ce liquide sur différents métaux dans un appareil excluant tout à fait l'accès de l'air, j'ai pu me rendre compte que l'azotate d'ammoniaque est réduit par certains d'entre eux, même à la température ordinaire et sans le concours d'aucun dissolvant.

» Dans l'une des branches d'un tube en forme de W je place le métal à étudier et dans l'autre de l'azotate d'ammoniaque fondu, parfaitement sec. En faisant passer du gaz ammoniac sec dans cet appareil refroidi à 0°, le gaz est absorbé, les combinaisons liquides se forment en même temps que l'air est totalement expulsé et il suffit, après saturation complète, de fermer à la lampe les deux extrémités préalablement étirées pour réaliser les conditions indiquées. Après cela, en inclinant le tube, on fait couler le liquide de l'une des branches dans l'autre, pour le mettre en contact avec le métal qui s'y trouve.

» J'ai d'abord employé du zinc pur.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXIII.

» En abandonnant le tube fermé à la température ordinaire, on voit le métal se dissoudre petit à petit, et disparaître complètement au bout de quelque temps, si la quantité d'azotate est assez forte; en même temps, le mélange se solidifie.

» A l'ouverture de l'appareil, il se dégage une grande quantité d'ammoniaque. La matière solide, blanche et cristalline qui s'y trouvait, a été abandonnée pendant quarante-huit heures sous une cloche en présence d'acide sulfurique, afin de la débarrasser de l'excès d'ammoniaque, puis traitée par l'eau qui laisse insoluble une certaine quantité d'oxyde de zinc, ou bien qui dissout tout, suivant les proportions de matières employées, à condition que la quantité de dissolvant soit faible.

» La solution, filtrée s'il y a lieu, contient une notable portion d'azotites, faciles à mettre en évidence, et de l'oxyde de zinc en grande quantité; de plus, elle se trouble par une plus forte addition d'eau en laissant déposer de l'oxyde de zinc.

» Le fer disparaît de même que le zinc dans cet azotate d'ammoniaque ammoniacal, tandis que le cuivre et l'étain ne semblent avoir aucune action dans les mêmes conditions.

» J'ai l'intention de compléter cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la réduction des alcools hexatomiques.* Note de MM. **J.-A. Le Bel** et **M. Wassermann**, présentée par M. Friedel.

« Depuis que la chimie des alcools hexatomiques s'est enrichie de corps nouveaux, tels que la sorbite (J. Boussingault) et la perséite (A. Müntz), il devient d'un intérêt plus grand de comparer entre eux les carbures qui en dérivent par réduction, car ce sont ceux-ci qui constituent réellement des termes comparables. On pourrait, pour élucider la constitution des différents alcools hexatomiques, être tenté de comparer les iodures secondaires, que l'on prépare si facilement par la réaction de MM. Wanklyn et Erlenmeyer. Mais on n'est pas certain que ces iodures soient réellement comparables entre eux, ne pouvant pas savoir à l'avance si l'iode joue exactement le même rôle dans les iodures de provenances différentes : par exemple la mannite fournissant un iodure de formule $C^4H^9-CHI-CH^3$, la sorbite pourrait bien donner $C^3H^7\,CHI\,C^2H^5$, et ces corps, tout en dérivant du même carbure fondamental, posséderaient des propriétés physiques distinctes.

» Le problème de la réduction des alcools, jusqu'aux carbures, peut se

résoudre au moyen de la méthode générale de M. Berthelot, c'est-à-dire en chauffant l'iodure avec un excès d'acide iodhydrique. M. Bouchardat ayant fait l'application de ce procédé à la mannite et à la dulcite, préalablement converties en iodures secondaires, a obtenu un carbure bouillant à 59°, et qu'il considère comme identique avec celui obtenu par lui par hydrogénation successive de l'acétone, en passant par la pinacone et par son iodure. Ce carbure serait donc à chaînes latérales et aurait la formule $(CH^3)^2=CH-CH=(CH^3)^2$ (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 809; et *Bulletin de la Société chimique*, t. XVII, p. 197).

» D'un autre côté, en oxydant l'alcool secondaire de Wanklyn et Erlenmeyer, on obtient, comme on sait, le méthylvaléryle, qui donne à son tour l'acide butyrique normal. De ces transformations successives qui constituent une méthode très longue, mais exacte, pour arriver à caractériser la molécule, on pouvait conclure que la mannite n'avait pas de chaîne latérale, mais devait fournir le carbure normal, celui du pétrole, bouillant à 68°-69°.

» Il y avait donc contradiction entre les résultats obtenus par les deux méthodes. Pour élucider la question, nous avons opéré la réduction de l'iodure secondaire de la mannite par l'acide iodhydrique en excès, et les faits que nous avons observés confirment les résultats annoncés par M. Bouchardat. Pourtant, par distillation fractionnée du carbure, nous avons pu scinder celui-ci et obtenir une certaine quantité d'un produit bouillant de 59° à 68°. Il y avait donc lieu de croire à l'existence de deux isomères, dont l'un eût été le carbure normal que l'on devait s'attendre à trouver, et l'autre un isomère dont la formation serait due à la haute température (280°) à laquelle s'accomplit la réaction. Les exemples de transformations de ce genre sont aujourd'hui assez multipliés.

» Pour nous assurer de l'exactitude de cette hypothèse, nous avons cherché à opérer à la température ordinaire; nous y avons réussi en introduisant l'iodure dans un appareil à hydrogène ($Zn + HCl$), et en faisant barboter les gaz dégagés dans de l'huile lourde de pétrole pour retenir les vapeurs de carbures volatils. Nous avons ensuite isolé le carbure en chauffant l'huile lourde et l'appareil à hydrogène. Cette réduction s'accomplit très facilement et presque sans pertes, de sorte que l'on n'a besoin que de quantités de matière relativement minimes.

» Le carbure obtenu bout exactement à 68°-69°; ces chiffres montrent que l'on a affaire au carbure normal.

» Nous pensons que, la préparation des carbures étant ainsi perfec-

tionnée, l'étude de leurs propriétés pourra dispenser de recourir à la longue méthode des oxydations ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de production de la pyrocatéchine.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Troost.

« Divers essais ont été faits pour saponifier l'hexachlorure de benzine.

» C'est ainsi que M. Rosenstiehl ([2]), en chauffant ce corps dans des tubes scellés, à la température de 160°, avec une solution acétique d'acétate d'argent, a obtenu des benzines chlorées, du chlorure d'argent, ainsi que des substances réduisant la liqueur de Barreswil, et qu'il considère comme des glucosides, mais qui n'ont pas été nettement définies.

» Récemment, deux chimistes américains, MM. Leeds et Everhardt ([3]), ont simplifié la réaction en se contentant de chauffer l'hexachlorure avec de l'eau à la température de 200°; ils n'ont eu ainsi que des produits goudronneux.

» Avant d'avoir connaissance de leur travail, j'avais tenté la même expérience et reconnu que les résultats n'en sont pas aussi négatifs qu'ils l'annoncent. J'ai pu, en effet, trouver et caractériser dans ces produits la pyrocatéchine avec un peu de phénol ordinaire.

» Les opérations ont été faites de la manière suivante :

» Dans des tubes de verre de 100^{cc} de capacité environ, on place $0^{gr},5$ d'hexachlorure avec 50^{cc} d'eau. On a soin de faire bouillir le contenu de ces tubes pour chasser l'air adhérent à la matière et celui que l'eau retient en dissolution; l'air expulsé est remplacé pendant le refroidissement par de l'acide carbonique; la substance solide tombe d'elle-même au fond des tubes que l'on ferme à la lampe. Il faut de préférence les chauffer horizontalement pour augmenter les surfaces de contact entre l'eau et l'hexachlorure. La décomposition de cette substance ne devient sensible qu'à 180° : on le constate à la teinte brune que prennent alors l'eau et la matière; mais elle se poursuit plus rapidement entre 190° et 200°. Elle est complète au bout de dix heures.

» La liqueur brune contenue dans les tubes est fortement chargée d'a-

---

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Wurtz.

([2]) Rosenstiehl, *Comptes rendus*, t. LIV, p. 178, et *Répertoire de Chimie pure*, p. 149; 1862

([3]) Leeds et Everhardt, *Jahresberichte*, p. 477 (1880) et *Berichte*, p. 1870 (1880).

cide chlorhydrique libre. On l'agite avec du noir d'os et on la filtre pour la décolorer en partie et la débarrasser des parcelles charbonneuses qui proviennent d'une décomposition trop avancée, puis on la soumet à des épuisements méthodiques par l'éther. Distillée au bain-marie, la solution éthérée laisse comme résidu un liquide noir qui est évaporé rapidement au moyen d'un courant d'air tiède. Il se produit alors de longues aiguilles blanches qui tapissent les parois de la fiole où l'on opère.

» Une fois sec, le résidu est repris par la benzine, qui laisse en s'évaporant des cristaux formés au sein d'un liquide visqueux que l'on sépare facilement en filtrant à la trompe. La partie solide restée sur l'entonnoir, après avoir été comprimée, est sublimée à une température de 50-60°. Les cristaux prismatiques qui se condensent d'abord sont petits, mais ils offrent des formes très nettes; ils se changent bientôt en grandes et belles lamelles, dont les arêtes atteignent plus de $0^m,01$. Elles sont encore imprégnées d'un peu de produits chlorés, dont on les débarrasse par une ou deux opérations semblables.

» Elles ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	gr
Matière	0,204
Acide carbonique	0,4815
Eau	0,094

d'où

		Calculé pour $C^6H^6O^2$.
C	64,37	64,44
H	5,22	5,45
O	»	30,91

» Cette matière est un diphénol. Elle fond à 104° : c'est le point de fusion indiqué par Fittig et Mager [1] pour la pyrocatéchine, dont elle présente du reste toutes les réactions caractéristiques : avec le perchlorure de fer elle donne une coloration verte qui passe au rouge par l'addition de potasse, de soude, d'ammoniaque ou de baryte; elle verdit et brunit successivement sous l'influence des alcalis seuls ou des carbonates alcalins, elle verdit encore par le permanganate de potasse, elle jaunit par l'acide nitrique, enfin elle réduit les sels d'argent.

» Le liquide visqueux, séparé par filtration à la trompe, est en majeure partie formé par du phénol qui retient encore de la pyrocatéchine en dissolution.

---

(1) Fittig et Mager, *Berichte*, t. VIII, p. 365.

» Dans les nombreuses opérations que j'ai faites, je n'ai pas observé la formation du pyrogallol que j'avais d'abord compté obtenir. Il n'est pas probable qu'il s'en produise dans cette réaction, car sa présence eût été facile à constater. En effet, quand on a chauffé du pyrogallol dans les conditions mêmes de mes expériences, à 200° et pendant plusieurs heures, on peut le régénérer de sa solution aqueuse par la méthode exposée ci-dessus, et le sublimer en lamelles cristallines qui fondent exactement à 131°, comme avant l'opération.

» Quand on emploie, pour les expériences précédentes, l'hexachlorure de benzine non purifié, il reste constamment dans les tubes des produits liquides, visqueux, insolubles dans l'eau, qui se prennent à l'air et sur le filtre en aiguilles cristallines. C'est de la benzine tétrachlorée qui préexistait dans l'hexachlorure brut [1].

» Pour être certain qu'elle ne prenait pas naissance dans la réaction de l'eau sur l'hexachlorure, j'ai purifié avec soin la matière dont je me servais. Celle qui a été employée dans mes dernières opérations a donné pour le dosage du chlore 73,36 pour 100; la théorie exige 73,19.

» Elle ne contenait donc plus de benzine tétrachlorée. Cet hexachlorure de benzine pur n'a laissé dans les tubes aucune trace de benzine tétrachlorée [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore et de l'iode sur la pilocarpine.* Note de M. CHASTAING, présentée par M. Chatin.

« Une Note précédente a fait connaître l'action exercée sur la pilocarpine par le brome, les deux corps étant en solution chloroformique (*Comptes rendus*, 17 décembre 1883). Il se forme du bibromure de bromhydrate de pilocarpine bibromée $C^{22}H^{14}Br^2Az^2O^4$, HBr, Br^2.

» *Action du chlore.* — Le chlore agit sur la pilocarpine de la même façon que le brome.

» La pilocarpine étant en dissolution dans le chloroforme, si l'on fait

---

(1) Cette substance prend, en effet, naissance dans la préparation de l'hexachlorure, quand le courant de chlore est trop rapide et que la lumière devient très vive; on constate alors un abondant dégagement d'acide chlorhydrique et une élévation de température capable de faire fondre l'hexachlorure dans les parties froides de l'appareil où il est condensé. Quand on sublime le produit brut, la benzine tétrachlorée vient se déposer sous forme de mamelons, qu'on peut détacher, sur les faces des cristaux transparents d'hexachlorure.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences.

arriver dans cette solution un courant de chlore en ayant soin de refroidir, et si l'on conserve la liqueur à l'abri de la lumière, on obtient par évaporation à la température ordinaire, dans le vide et en présence de la chaux, un composé dont la formule est $C^{22}H^{14}Cl^2Az^2O^4$, HCl, Cl^2.

» Ce bichlorure de chlorhydrate de pilocarpine bichlorée présente l'aspect d'un vernis un peu mou et complètement transparent. Conservé dans un exsiccateur, en présence de chaux vive, il devient peu à peu nébuleux. Ce trouble est dû à la formation de cristaux lamellaires. Quand on attend un temps assez long (huit à dix semaines), la masse entière est transformée en cristaux.

» L'analyse de ces cristaux leur assigne la formule

$$C^{22}H^{14}Cl^2Az^2O^4, HCl.$$

» Ce chlorhydrate de pilocarpine bichlorée, traité par l'oxyde d'argent, abandonne au chloroforme la base chlorée $C^{22}H^{14}Cl^2Az^2O^4$.

» Cette base est un liquide un peu plus épais que la pilocarpine et à réaction faiblement alcaline.

» Si le chlore agit sur la pilocarpine en présence d'un peu d'humidité, il donne une base bichlorée plus pauvre en carbone, soit $C^{20}H^{14}Cl^2Az^2O^4$.

» L'action de la lumière complique la réaction et amène la formation de produits secondaires.

» *Action de l'iode.* — La pilocarpine et l'iode étant en solution chloroformique, on remarque, quand on ajoute la solution iodée à la pilocarpine, que la teinte spéciale de l'iode dissous dans le chloroforme disparaît. Par évaporation du chloroforme et conservation du résidu dans le vide, en présence de chaux sodée, une partie de l'iode en excès est volatilisée.

» On reprend par l'oxyde d'argent en présence de chloroforme; par filtration et évaporation de ce dissolvant, on obtient une base presque solide, dans laquelle l'analyse a accusé 37,70 pour 100 d'iode, la théorie exigeant 38,02 pour 100 pour la formule $C^{22}H^{15}IAz^2O^4$.

» Dans les conditions de l'opération, il ne s'est donc point formé de pilocarpine biiodée, mais uniquement de la pilocarpine monoiodée.

» Lorsqu'on fait agir sur une solution chloroformique de pilocarpine une solution aqueuse d'iodure de potassium iodé, et que l'on conserve le mélange pendant plusieurs jours à la lumière diffuse, en agitant de temps en temps, l'iode ne donne point de produit de substitution. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de l'acide phosphorique dans les phosphates livrés à l'agriculture.* Note de M. **E. Aubin**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans la détermination de l'acide phosphorique contenu dans les phosphates naturels et minéraux, on s'expose, en suivant la méthode indiquée par Brassier ([1]), à des erreurs en plus provenant des substances entraînées avec le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien. Les substances qui viennent s'ajouter au dosage sont : la silice, la chaux, la magnésie et, quelquefois, le fluorure de magnésium apporté par les phosphates renfermant du spath-fluor. Plusieurs chimistes ont tourné la difficulté, ou bien en titrant l'acide phosphorique par l'urane, ou bien en dissolvant le phosphate ammoniaco-magnésien et le reprécipitant par l'ammoniaque; enfin, on a proposé de se débarrasser de la chaux, soit au moyen du nitrate de fer, soit au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcool. Ces divers procédés ont leurs inconvénients dans la pratique : les uns sont relativement longs, et les autres n'offrent pas toujours la précision désirable. Au contraire, ces causes d'erreurs disparaissent si l'on ajoute, à la liqueur résultant de l'attaque du phosphate par l'acide chlorhydrique, un excès d'acétate de soude pour rendre la liqueur acétique et si l'on précipite la chaux au moyen de l'oxalate d'ammoniaque. L'acide phosphorique, le sesquioxyde de fer et l'alumine restent en dissolution, tandis que la silice, la chaux et le fluorure de calcium se précipitent et peuvent être séparés par le filtre avec les matières insolubles.

» Pour l'analyse des phosphates, voici la marche que je suis :

» Dans un ballon de 200^{gr} environ, on attaque 1^{gr} du produit pulvérulent par 10^{cc} d'acide chlorhydrique maintenu à l'ébullition pendant dix minutes; ensuite, on ajoute 10^{cc} d'une liqueur obtenue en dissolvant à froid de l'acétate de soude cristallisé dans l'acide acétique à 8°AB, jusqu'à saturation; puis l'on amène le volume à 40^{cc} ou 50^{cc}, sans retirer le feu. Lorsque la liqueur est en pleine ébullition, on y projette 2^{gr} à 3^{gr} d'oxalate d'ammoniaque et l'on cesse de chauffer au bout de quelques minutes. La liqueur s'éclaircit rapidement, elle est décantée sur un filtre et le résidu insoluble est lavé à plusieurs reprises. Après refroidissement, on rend la liqueur ammoniacale en y versant de l'ammoniaque et 20^{cc} d'une solution

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VII, p. 355.

de citrate d'ammoniaque pour maintenir en dissolution le fer et l'alumine.

» Pour précipiter l'acide phosphorique, il suffit de verser dans la liqueur le réactif magnésien en excès ([1]). Le volume final doit être de 250^{cc} et doit contenir 40^{cc} à 50^{cc} d'ammoniaque à 22°; ces précautions sont nécessaires pour précipiter tout l'acide phosphorique sans cependant entraîner de la magnésie libre. Le phosphate ammoniaco-magnésien est recueilli sur un filtre, lavé à l'eau ammoniacale, saturée du sel précédent, séché, incinéré et pesé; le poids obtenu multiplié par 63,963 donne le taux pour 100 de l'acide phosphorique contenu dans la substance analysée.

» Dans le Tableau ci-dessous, j'ai réuni quelques résultats obtenus comparativement avec la méthode de Brassier et celle que je viens d'exposer :

	Acide phosphorique dans 100 parties					
		de phosphate				
Méthodes employées.	Poudre d'os incinérée.	précipité.	des Ardennes.		du Lot.	du Gard.
Méthode Brassier.	41,53	31,16	28,41	15,48	25,21	25,34
Nouveau procédé.	40,76	30,46	28,03	15,23	25,15	24,76

» La présence du fluorure de calcium dans les phosphates ne gêne nullement le dosage, ainsi que le prouvent les résultats présentés ci-dessous :

	Pyrophosphate de magnésie.	Acide phosphorique dans 100 parties de phosphate.
1^{gr} de phosphate du Lot a donné	$0^{gr},387$	24,76
$0^{gr},5$ du même phosphate mélangé à $0^{gr},5$ de fluorine des Vosges finement pulvérisée ont donné.	$0^{gr},193$	24,70

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le développement des glandes vasculaires.* Note de M. **Retterer**, présentée par M. Robin.

« Les *glandes closes*, dites encore *glandes vasculaires* (follicules clos de l'intestin, glandes lymphatiques, amygdales, etc.), sont constituées, d'une façon générale, par un réseau de tissu lamineux, contenant les vaisseaux et formant des mailles remplies d'éléments cellulaires. M. Ch. Robin as-

([1]) Le réactif magnésien se prépare en dissolvant 290^{gr} de chlorure de magnésium cristallisé et 150^{gr} de chlorhydrate d'ammoniaque dans une quantité d'eau suffisante pour faire le volume de 1^{lit}; 5^{cc} de cette liqueur précipitent $0^{gr},5$ d'acide phosphorique.

signe à ces derniers une nature épithéliale; ses élèves, MM. Pouchet et Tourneux, ainsi que M. Cadiat, sont également de son avis. Tous les autres histologistes, tant en France qu'à l'étranger, les considèrent, au contraire, malgré les différences chimiques considérables qui les séparent, comme des cellules mésodermiques, analogues aux leucocytes, qu'ils appellent *cellules lymphoïdes*, et destinées à devenir tôt ou tard des globules blancs de la lymphe.

» Qui a raison dans ce débat? C'est à l'observation des diverses phases que ces glandes vasculaires parcourent dans leur développement qu'il appartient de trancher la question. Malheureusement le développement de ces organes est à peu près inconnu. Les uns supposent que leur origine est due à la subdivision en segments séparés qu'éprouvent les tissus mésodermiques et à l'interposition d'épaisses cloisons de tissu conjonctif. Les autres admettent une différenciation du tissu muqueux dont certains éléments gardent un caractère conjonctif, tandis que d'autres prennent le caractère épithélial.

» Le développement de certains de ces organes, tel que nous l'avons observé sur deux classes de vertébrés, chez les oiseaux et les mammifères, démontre les faits suivants :

» Sur l'embryon de poulet de onze jours, la *bourse de Fabricius*, longue de $1^{mm},25$, présente une muqueuse hérissée de feuillets verticaux, hauts de $0^{mm},2$. Le chorion de la muqueuse est formé, à cette époque, aussi bien dans les feuillets (qui n'en sont qu'une duplicature) que dans leur intervalle, par du tissu lamineux embryonnaire très vasculaire. La surface du chorion est lisse partout et recouverte d'un épithélium ectodermique, épais de $0^{mm},012$ à $0^{mm},02$. Sur un poulet du treizième jour on remarque, outre les dimensions plus grandes de la bourse et des feuillets, que l'épithélium envoie dans le chorion des prolongements pleins, *involutions* ou *introrsions* en forme de fiole, dont le col est en continuité avec l'épithélium, tandis que le fond plonge dans le tissu lamineux qui en est distinct encore par un contour net. Sur un poulet du dix-septième jour, on en observe qui sont séparés de la surface épithéliale par une lame mésodermique; de plus ces dernières introrsions, longues de $0^{mm},140$ et larges de $0^{mm},100$, ne sont plus uniquement constituées par de l'épithélium. Elles présentent, en effet, une portion périphérique composée de tissu cellulaire embryonnaire, qui a pénétré entre les éléments épithéliaux sur une étendue de $0^{mm},015$. Ce sont des cellules fibroplastiques étoilées, dont les prolongements, en s'anastomosant, forment des mailles contenant chacune, sur une coupe, cinq à six éléments épithéliaux. La portion centrale, la plus considérable, est encore composée exclusivement par de l'épithélium.

» En suivant de jour en jour, jusqu'à l'éclosion, l'évolution de ces introrsions, qui seront les *follicules*, on voit le réseau de tissu cellulaire pénétrer de plus en plus vers le centre de chacun des follicules clos, et, à la fin de l'incubation, tous sont constitués, de part en part, par un réseau de fibres du tissu lamineux formant des mailles, plus étroites à la périphérie et

plus larges au centre. Dans les unes et les autres, sont contenus les éléments épithéliaux, que nous avons vus provenir de l'épithélium de la muqueuse. Nous ajoutons que les vaisseaux sanguins et lymphatiques se sont développés corrélativement, de telle façon que le follicule a acquis la texture que nous avons décrite dans une précédente Communication [1].

» Chez l'embryon humain de la fin du troisième mois, la région amygdalienne, sur une étendue de 1^{mm}, présente des dépressions de la muqueuse, dont les unes sont profondes de $0^{mm},6$ et larges de $0^{mm},120$, tandis que les autres ne sont profondes que de $0^{mm},080$ à $0^{mm},100$. Ces dépressions sont comblées par des prolongements pleins de l'épithélium pavimenteux, qui atteint dans le pharynx une épaisseur de $0^{mm},120$ et qui est formé de plusieurs couches stratifiées. Le chorion, à ce niveau, est épais de $0^{mm},160$ et constitué par des éléments dits embryoplastiques du tissu cellulaire, dont les noyaux sont arrondis, larges de $0^{mm},005$ à $0^{mm},006$; un contour net sépare le chorion de l'épithélium.

» Sur le fœtus de la fin du cinquième mois, il existe dans la région amygdalienne une fente de 3^{mm} de long et de 1^{mm} de large; au pourtour de cette fente, le chorion est épais de 1^{mm}; les prolongements épithéliaux ou introrsions existent sur toute la périphérie et surtout au fond de la fente; les unes sont continues, comme précédemment, avec l'épithélium de la muqueuse, tandis que la portion profonde des autres involutions a été détachée, pour ainsi dire, par une lame mésodermique de la partie superficielle du cylindre épithélial. En outre, la partie séparée n'est plus limitée nettement à la superficie, et les éléments fibroplastiques ont déjà pénétré sur une étendue de $0^{mm},040$ dans sa profondeur.

» Sur le fœtus du septième mois, la fente a une profondeur de 3^{mm}, et, tandis que le chorion des régions voisines n'a que $0^{mm},08$ d'épaisseur, celui du pourtour de la fente va en augmentant jusqu'au fond, où il atteint 2^{mm}. Ce dernier n'est plus formé de cellules fibroplastiques seulement, mais il présente un enchevêtrement intime des prolongements de ces éléments avec les cellules épithéliales. Cependant, par places, il existe encore des groupes de noyaux de $0^{mm},02$, constitués exclusivement par de l'épithélium. D'autres, d'un diamètre de $0^{mm},180$, ont une configuration digitée, et l'on voit le tissu cellulaire en train de s'interposer, pour ainsi dire, entre les prolongements latéraux et la portion centrale.

» Sur l'enfant à la naissance, on observe que la plus grande portion du chorion a la constitution et l'aspect précédents, tandis qu'à la limite du chorion et de la tunique musculaire du pharynx, des follicules clos longs de $0^{mm},6$ et larges de $0^{mm},240$ présentent déjà la texture des glandes lymphatiques de l'adulte.

» En suivant ce développement sur des enfants de plus en plus âgés, on remarque que le nombre des glandes augmente, ce qui résulte tout simplement de l'évolution normale de chacun des deux tissus que nous avons vus s'enchevêtrer l'un dans l'autre. C'est ainsi que s'établit la texture des amygdales.

» En résumé, les glandes vasculaires sanguines, chez les oiseaux et les mammifères, résultent d'un enchevêtrement de deux tissus d'origine différente et primitivement séparés : l'un, mésodermique, représente la trame

---

(1) *Comptes rendus*, 16 mars 1885.

vasculaire; le second, ectodermique ou endodermique, est constitué par des éléments épithéliaux. L'origine de ces derniers affirme la nature épithéliale que M. C. Robin leur attribue depuis plus de vingt ans.

» L'étude de leur évolution ultérieure éclaire et complète ces données. La bourse de Fabricius s'atrophie, sur l'oiseau adulte, par le passage du tissu lamineux embryonnaire à l'état de faisceaux de tissu cellulaire dense, ce qui coexiste avec la compression et la disparition des éléments épithéliaux. Les glandes à structure lymphatique de l'amygdale passent chez le mammifère adulte par des phases en tout point analogues, ce qui explique leur diminution de volume et de nombre, ce qui aussi confirme l'observation clinique : leurs altérations peu fréquentes chez l'adulte et, en particulier, la rareté, à cet âge, de l'hypertrophie primitive des amygdales [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau type de Sarcosporidies.* Note de M. R. BLANCHARD, présentée par M. Paul Bert.

« Les nombreux auteurs qui ont étudié les tubes de Miescher ou de Rainey, appelés encore *Psorospermies utriculiformes*, s'accordent à les considérer comme des parasites logés à l'intérieur des fibres musculaires striées. Les professeurs Leuckart et Balbiani ont même fait remarquer que le tissu musculaire strié était leur siège exclusif, et c'est en raison de cet habitat que M. Balbiani leur a donné le nom de *Sarcosporidies*. Cette manière de voir, naguère encore parfaitement exacte, ne l'est plus actuellement : nous avons eu, en effet, l'occasion récente d'observer un grand nombre de kystes de Sarcosporidies, qui tous siégeaient en dehors du tissu musculaire.

» Le 27 décembre dernier, on nous apporte du Jardin d'acclimatation le cadavre d'un *Macropus* (*Petrogale*) *penicillatus* ♀, mort depuis quatre à cinq jours. Après lavage du gros intestin, dont l'épithélium est en grande partie desquammé, on trouve çà et là, sauf dans le cœcum, de petits points blancs, de la taille d'un grain de millet, qui font saillie à la surface. Ce sont des kystes renfermés dans l'épaisseur de la couche conjonctive sous-muqueuse et qu'il est possible d'énucléer. Chacun d'eux est limité par une délicate membrane, dont la rupture laisse échapper un nombre prodigieux de cor-

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Paris.

puscules réniformes, tout à fait semblables à ceux que les divers auteurs ont représentés pour les Psorospermies des muscles.

» Une étude plus détaillée a fait voir que, là encore, il s'agissait bien réellement de Sarcosporidies, mais on sera frappé du siège qu'elles occupent. Mes kystes, au nombre de plus de cinquante, que nous avons enlevés, occupaient tous la couche sous-muqueuse; aucun d'eux n'empiétait d'une façon quelconque sur la couche musculaire du gros intestin. Les investigations auxquelles nous nous sommes livré, à la recherche des tubes de Miescher, dans les divers points du système musculaire strié, sont demeurées vaines : nulle part les muscles ne renfermaient de Psorospermies, partout ils présentaient un aspect normal.

» Ce kyste est situé au milieu même de la couche conjonctive sous-muqueuse. Contrairement aux tubes de Miescher, qui sont d'ordinaire notablement plus longs que larges, ses deux diamètres ne sont pas très différents l'un de l'autre, et il présente assez volontiers une forme subsphérique. Les dimensions extrêmes sont de $0^{mm},71$ à $1^{mm},23$ pour la longueur et de $0^{mm},56$ à $0^{mm},93$ pour la largeur.

» La paroi du kyste est d'une minceur extrême : elle mesure au plus $0^{\mu},7$ d'épaisseur. Elle se colore fortement en rouge par le carmin; elle est parfaitement anhiste, partout d'égale épaisseur et ne présente nulle part ni revêtement de cirrhes ni canalicules poreux. Ce caractère distingue nettement notre Sarcosporidie de celles que Rainey, Leuckart, Ripping, Manz et Laulanié ont décrites dans les muscles du porc, mais la rapproche au contraire des Sarcosporidies de la souris, du mouton et de l'otarie.

» La cavité kystique est remplie de vésicules ou spores de taille très inégale, fortement déprimées par pression réciproque et limitées chacune par une membrane anhiste et délicate. Les membranes des diverses vésicules s'agglutinent entre elles sur toute l'étendue de leur contact, et leur adhérence réciproque est si intime que, même lorsque la paroi du kyste a été dilacérée, les vésicules sont incapables de se séparer les unes des autres, comme c'est le cas pour la Sarcosporidie des muscles du porc.

» Les kystes que nous avons étudiés se trouvent à l'état de reproduction, c'est-à-dire qu'ils sont parvenus à la période ultime de leur évolution, comme le montre la présence des corpuscules réniformes.

» Les spores que montrent nos préparations sont très inégales, les plus petites étant au centre, les plus grandes étant à la périphérie. Nous pensons qu'il n'en était pas de même au début, mais que toutes les spores étaient à peu près d'égale taille. En effet, les vésicules périphériques sont toujours,

dans nos préparations, notablement plus mûres que les vésicules centrales; tandis que, le plus souvent, celles-ci sont encore remplies d'une masse granuleuse dans laquelle on ne distingue ni corpuscules arrondis ni corpuscules réniformes; celles-là renferment au contraire exclusivement des corpuscules réniformes et sont limitées par des cloisons plus ou moins minces. Il est certain que la production des corpuscules réniformes, organismes reproducteurs, commence par la périphérie et s'étend peu à peu vers le centre : en même temps les vésicules crèvent les unes dans les autres, par suite de la résorption de leurs parois, et c'est ainsi qu'on peut expliquer l'existence de vastes loges à la périphérie, alors que la région centrale est encore occupée par des spores intactes et de petites dimensions. Ce processus se poursuivant, on arrive à un état dans lequel le tube psorospermique est représenté par un simple sac bourré de corpuscules réniformes, et dans l'intérieur duquel on ne trouve plus de vésicules d'aucune sorte.

» Les corpuscules réniformes mesurent $9^{\mu},8$ à 12^{μ} de long sur 4^{μ} à $5^{\mu},5$ de large. Ils sont granuleux et présentent fréquemment à leurs extrémités un point brillant, mais on ne trouve point de noyau à leur intérieur. Les auteurs décrivent encore des corpuscules arrondis : nous les avons rencontrés aussi, mais en nombre extrêmement restreint; il convient peut-être de les considérer comme des nucléus de reliquat.

» Il est hors de doute que les corpuscules réniformes des Sarcosporidies sont les équivalents des corpuscules falciformes des Coccidies : les mouvements amiboïdes que certains observateurs les ont vus accomplir démontrent surabondamment cette homologie. Les nombreuses vésicules renfermées dans les kystes des Sarcosporidies correspondent donc aux spores ou pseudo-navicelles des Coccidies. C'est en effet avec celles-ci, plus particulièrement avec les Polysporées (*Klossia*), que les Sarcosporidies présentent des affinités.

» Elles ne diffèrent des Coccidies polysporées que par des détails secondaires, tels que la taille et l'habitat. Les *Klossia*, en effet, sont des Coccidies, en ce qu'elles se développent à l'intérieur des cellules épithéliales et en ce qu'elles sont d'assez petite taille pour se loger dans l'une de ces cellules; mais on pourrait avec tout autant de raison les rattacher aux Sarcosporidies, en considérant que leur spore est arrondie, de grandes dimensions et non naviculaire, et qu'à son intérieur se forment un grand nombre de corpuscules réniformes, identiques aux corpuscules des Sarcosporidies, mais différant notablement des corpuscules falciformes des Coccidies vraies, par exemple de *Coccidum oviforme*. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations calorimétriques sur des enfants.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« Afin d'appliquer aux enfants la méthode calorimétrique que j'ai décrite précédemment (*calorimètre à siphon*), j'ai fait construire un vaste cylindre de cuivre à double enceinte, muni d'orifices qui permettent le passage de l'air, et articulé en deux segments qui ne ferment pas hermétiquement (pour que la respiration de l'enfant ne se fasse pas en espace clos). La dilatation de l'air contenu dans l'enveloppe de cuivre mesure le rayonnement calorique, et elle-même est mesurée par la quantité d'eau qui s'écoule du siphon [1].

» Pour graduer l'appareil, j'ai mesuré la perte de chaleur par rayonnement d'une masse d'eau de quantité connue. Les résultats ont été concordants, comme l'indiquent les chiffres suivants.

» En effet, l'écoulement de 1^{cc} d'eau a répondu à 53^{cal}, 62^{cal}, 53^{cal}, 58^{cal}, 61^{cal}, 57^{cal}; ce qui donne pour un écoulement de 1^{cc} une moyenne de 57^{cal} avec un maximum de 62 et un minimum de 53, écart que l'on peut considérer comme faible. Par conséquent, on peut connaître en calories la radiation d'un animal ou d'un enfant, en admettant que l'écoulement de 1^{cc} d'eau répond à 57^{cal}.

» Les enfants placés dans l'appareil y séjournaient pendant une heure; ils y étaient placés sans vêtements, reposant sur une petite couchette. Le cylindre est assez vaste, et la circulation d'air suffisante pour qu'ils n'y soient nullement incommodés. Les petites filles soumises à ces observations étaient sans fièvre, âgées de 2 à 4 ans, et pesant entre 6000^{gr} et 9000^{gr}. Les chiffres obtenus sont rapportés à 1^{kg} et à 1^{h}.

---

(1) *Comptes rendus*, t. C, p. 1021, et *Bulletin de la Société de Biologie*, 30 novembre 1884.

Mes observations sur les enfants ont été faites au Laboratoire de M. le Professeur Grancher, à la Clinique de l'hôpital des enfants. Je tiens à le remercier ici, ainsi que M. P. Langlois, qui m'a aidé avec autant de zèle que d'intelligence.

Expériences.		Poids.	Température extérieure.	Écoulement d'eau en centimètres cubes.	Calories par kilogramme et par heure.
1........	C.......	6000 gr	18°	80	4560 cal (1)
2.......	M.......	6600	18	79	4503
3.......	M.......	6600	19	76	4332
4........	G.......	9000	19	82	4674
5.......	G.......	9000	19	78	4446
6.......	G.......	9000	20	73	4161
7.......	G.......	9000	21	66	3762
8.......	G.......	9000	23,5	55	3135
9.......	A.......	7300	22	73	4161
10.......	A.......	7300	24	53	3021
11.......	A.......	7300	24	42	2419
12.......	L.......	6250	20	75	4275
13.......	L.......	6250	22	66	3762
14.......	L.......	6250	22	71	4007
15.......	L.......	6250	25	46	2622

» Si nous rangeons ces expériences, non plus d'après les individus observés, mais d'après les températures extérieures, nous trouvons les chiffres suivants (rapportés à 1^{kg} et à 1^{h})

18°....	moyenne de 2 expériences.....			4532 Cal
19....	»	3	»	4484
20....	»	2	»	4218
21....	»	1	»	3762
22....	»	3	»	4090
23....	»	1	»	3135
24....	»	2	»	2736
25....	»	1	»	2622

» Il est inutile de faire remarquer la concordance de ces chiffres; comme

---

(1) *Expérience du 27 mai.* — Cette enfant, rachitique et déjà malade, m'a donné, les jours suivants, dans les trois expériences des 30 mai, 2 et 3 juin, les chiffres ci-après :

16.......	C.......	6000	19	66	3949
17.......	C.......	6000	18	63	3591
18.......	C.......	5500	18	62	3534

les poids des enfants observés n'étaient pas identiques, on ne peut espérer de précision plus grande.

» Il s'ensuit qu'à 18° la production de chaleur est à peu près deux fois plus grande qu'à 25°.

» Quant au chiffre moyen résultant de ces mensurations, on peut admettre, pour 18°, chez des enfants normaux, sans vêtement, pesant entre 6000^{gr} et 9000^{gr}, une production de chaleur par kilogramme et par heure d'environ 4500^{cal}; mais ce chiffre est extrêmement variable : ce n'est qu'une moyenne, un point de repère pour ainsi dire, autour duquel viennent osciller les diverses variations physiologiques.

» Je noterai cependant que ce chiffre a de l'importance ; car, jusqu'ici, il n'y a dans la Science aucune observation de calorimétrie directe sur l'homme, si l'on excepte les résultats obtenus par M. Liebermeister et ses élèves, à l'aide de la méthode des bains, dont la défectuosité est évidente. D'après les calculs de M. Helmholtz (calorimétrie indirecte), la production de chaleur serait, chez l'homme adulte, d'environ 1400^{cal}, et ce chiffre concorde avec le chiffre de 4500^{cal} pour l'enfant, si l'on tient compte des rapports des volumes aux surfaces.

» En plaçant dans mon appareil de cuivre des lapins normaux, pesant entre 2200^{gr} et 2800^{gr}, la quantité de chaleur produite a été de 4032^{cal}, 4032^{cal}, 4272^{cal}, 4416^{cal}, 4800^{cal}, 5088^{cal}; soit en moyenne 4475^{cal}, chiffre qui se rapproche beaucoup de celui que j'ai donné précédemment [1] (4500) et qui résulte de mensurations faites avec un autre appareil récepteur.

» Des lapins de 2500^{gr} donnent donc à peu près, par kilogramme et par heure, la même quantité de calorique que des enfants pesant trois fois davantage. Ils devraient, étant donné leur poids plus faible, donner par kilogramme plus de chaleur, mais sans doute leur fourrure diminue notablement le rayonnement.

» Je me propose de voir l'influence de la fièvre et des maladies sur le rayonnement calorique chez les enfants. »

---

(1) *Comptes rendus*, 1885, t. C, p. 1022.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la régénération des nerfs périphériques.* Note de M. C. Vanlair, présentée par M. Vulpian.

« Si l'on étudie le processus régénérateur des nerfs sectionnés sur le sciatique du chien, non pas dans les premiers temps qui suivent l'opération, *mais après un laps de plusieurs années,* on constate que les phases initiales de l'évolution s'accomplissent suivant des règles constantes, mais que les stades ultérieurs sont loin d'offrir la même uniformité.

» Dans tous les cas, en effet, on observe vers l'extrémité du bout central une prolifération de la zone marginale des névricules, une obsolescence des fibres axiles, un exode des fibres nouvelles aboutissant à la formation, autour de chaque névricule en particulier, d'un manchon conjonctivo-nerveux, une fusion plus ou moins complète du névricule avec le manchon, puis enfin, au-dessous du point sectionné, le développement d'un *névrome de régénération* aux dépens des fibres nouvelles issues de l'un et de l'autre.

» Mais, à partir du moment où le névrome se trouve définitivement constitué, le processus diverge.

» Tantôt la masse névromateuse reste absolument stérile : elle se prolonge alors purement et simplement jusqu'à une certaine distance du point de section; puis elle se raréfie et disparaît sans avoir donné naissance à aucune formation névriculaire. Tantôt on voit s'organiser, aux dépens et dans l'intérieur même du névrome, de *véritables névricules.* Cette organisation, qui ne s'achève souvent qu'après une série d'essais infructueux, résulte d'un groupement longitudinal et systématique des fascicules du névrome et d'une maturation graduelle des fibres. Mais ces névricules nouveaux ne tardent pas eux-mêmes à se perdre, soit par une sorte de dispersion latérale, soit par la désagrégation de leurs faisceaux. Tout improductive qu'elle est, cette formation névriculaire n'en offre pas moins un intérêt extrême, car elle met en pleine lumière la puissance *réparatrice* du tissu nerveux périphérique. Il ne s'agit plus ici, en effet, d'une simple production de fibres enchevêtrées, mais d'une véritable organisation de nouveaux névricules aux dépens du lacis névromateux. On constate, en d'autres termes, qu'après une période de diffusion transitoire, le nerf est en état de se reconstituer suivant son type primitif.

» Dans des circonstances plus favorables, lorsque, par exemple, le bout périphérique vient offrir aux névricules nouveaux une voie tracée à l'a-

vance, ceux-ci s'engagent dans le champ épineurial et se prolongent bien au delà de la bifurcation du sciatique. Ils côtoient alors les anciens névricules, mais en se groupant en plusieurs systèmes particuliers, tout à fait distincts des formations primitives.

» Lorsque les conditions sont encore plus avantageuses, il se produit en outre, lors de la rencontre avec le bout périphérique, une pénétration des fibres d'origine centrale dans l'intérieur même des névricules périphériques. Et cette fois les fibres nouvelles se prolongent *presque invariablement* jusqu'à l'extrémité du membre, c'est-à-dire que l'on obtient alors une *révivification* effective et complète des névricules dégénérés.

» Il ne semble pas qu'il s'agisse, dans ces cas, d'une substitution proprement dite des éléments nouveaux aux éléments périphériques dégénérés. Ce serait, en effet, dans les interstices ménagés entre les anciens tubes et non dans les gaines de ces tubes que la pénétration aurait lieu. Cette intrusion, au reste, ne s'opère pas toujours de la même façon. Tantôt elle se fait en masse; tantôt elle n'intéresse primitivement qu'un ou plusieurs segments névriculaires. Par contre, on constate que les éléments nerveux qui s'introduisent ainsi dans les névricules périphériques appartiennent tous ou presque tous à la catégorie des fibres grêles. Chose remarquable, un nombre très restreint de fibres nouvelles suffit pour amener la résurrection d'un bout périphérique tout entier.

» De ce qui précède ressort la démonstration anatomique de la possibilité d'une régénération complète, par drageonnement central d'un nerf coupé ou réséqué. Il en résulte aussi qu'elle resterait imparfaite, au moins pour les nerfs d'une certaine longueur, si les névricules séparés du centre ne venaient, à un moment donné, remplir, vis-à-vis des fibres centrifuges, l'office de conducteur.

» L'importance des conditions mécaniques dans la régénération des nerfs se manifeste d'une manière non moins évidente quand, après la section, on maintient le bout central du nerf dans une direction récurrente. Il se produit alors deux traînées longitudinales et parallèles dépendant l'une de la branche directe, l'autre de la portion renversée du nerf; mais le fond de l'anse reste absolument stérile, en sorte que, si l'on peut obtenir que les tractus de nouvelle formation se portent tantôt dans le sens centripète, tantôt dans le sens centrifuge, on les verra, d'autre part, se prolonger uniquement dans le sens même de l'*interstice musculaire*, où la résistance est évidemment la moins grande.

» Il n'est pas d'ailleurs que les névricules anciens et l'interstice muscu-

laire qui puissent ainsi servir de guide aux formations nouvelles et en fixer la direction. Les *vaisseaux* eux-mêmes, dans un grand nombre de cas, se montrent entourés d'un manchon plus ou moins complet de tissu fasciculaire, qui leur forme une sorte d'adventice nerveuse et qu'ils transportent au loin avec eux.

» Si donc les fibres nerveuses ont le pouvoir de proliférer dans des conditions très diverses, le tissu nerveux, pour se maintenir et s'organiser, semble, lui, avoir besoin de tutelle. »

M. **Ch. Dufour** adresse une Note portant pour titre : « Influence de l'attraction de la Lune pour la production du gulf-stream ».

M. **Levat** adresse la description d'un hygromètre à condensation où la boule bleue de Daniell a été remplacée par une boule en argent poli, et signale les avantages qu'il a trouvés dans l'emploi d'une pile à couples étain-cuivre plongés dans une solution de potasse.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation présente, par l'organe de son doyen, M. l'amiral **Paris**, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Dupuy de Lôme* :

En première ligne (ex æquo) et par ordre alphabétique	M. **de Bussy**. M. **Cloué**.
En deuxième ligne (ex æquo) et par ordre alphabétique	M. **Bertin**. M. **Bienaymé**. M. **Germain**. M. **Grandidier**. M. **Hatt**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation, pour le prix biennal, d'un Candidat qui sera proposé au choix de l'Institut.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Brown-Séquard	obtient.	20	suffrages.
M. Savorgnan de Brazza	»	15	»
M. Halphen	»	7	»
M. Lecoq de Boisbaudran	»	5	»
M. Bornet	»	4	»
M. Sebert	»	3	»
M. Bischoffsheim	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Brown-Séquard	obtient.	40	suffrages.
M. Savorgnan de Brazza	»	15	»
M. Halphen	»	1	»

M. **Brown-Séquard**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, sera proposé au choix de l'Institut.

La séance est levée à 6 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juin 1885.

Mémoires de la Société géologique de France. Troisième série, t. III : *Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes); par* M. Cossmann. Paris, au local de la Société, 1885; in-4°.

L. Bergis. *Lutte pour le vin. Etude pour la reconstitution du vignoble dans le département de Tarn-et-Garonne.* Montauban, imp. J. Garnié, 1885; in-8°.

Identité des principes de dualité et de polarité; par M. G. Tarry. Alger, A. Jourdan, 1885; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague; 6e série, classe des Sciences, vol. I, n° 11; vol. II, n° 7. Copenhague, 1885; 2 liv. in-4°.

Atti della Accademia fisico-medico-statistica in Milano; serie quarta, vol. 2. Milano, tip. Bernardoni, 1884; in-8°.

L.-Th. Reicher. *De temperatur der allotropische verandering van de zwavel en haar afhankelijkheid Van den Druk.* Amsterdam, M. J. Portielje, 1883; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juin 1885.

Collection de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la Société française de Physique; t. II : *Mémoires sur l'Électrodynamique;* 1re Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°.

Compte rendu des épidémies et des travaux des Conseils d'hygiène du Morbihan en 1884; *par le* Dr. A. Mauricet. Vannes, imp. Galles, 1885; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours de Statistique.)

Jules Crevaux; par Emile Rivière. Paris, typ. Chamerot, 1885; in-8°. (Extrait de la *Gazette des Hôpitaux.*)

Inauguration de la statue du Professeur Bouillaud, le 16 *mai* 1885. Paris, typ. Chamerot, 1885; in-8°. (Extrait de la *Gazette des Hôpitaux.*) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Inauguration de la statue de Bouillaud à Angoulême (16 *mai* 1885), *Discours de M.* Henri Roger. Paris, imp. Bourloton, 1885; in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie de Médecine.*)

Acta mathematica. Journal rédigé par M. G. Mittag-Leffler; t. VI, n° 3. Stockholm, Beijir; Paris, Hermann, 1885; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Rapport présenté à M. le Ministre du Commerce par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France pendant l'année 1883. Paris, Imp. nationale, 1885; in-8°. (Trois exemplaires.)

Traité de la distillation du goudron de houille et du traitement de l'eau ammoniacale; par G. Lunge, traduit de l'allemand par le Dr. L. Gautier. Paris, Savy, 1885; in-8°.

Le monde physique; par A. Guillemin; 28e série, t. V. *La Météorologie, la Physique moléculaire.* Paris, Hachette, 1885; in-8°.

Algues de Madagascar récoltées par M. Ch. Thiébaut; par M. Ed. Bornet.

Paris, imp. Bourloton, 1885; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Botanique.*)

Note sur le genre Aulosira; *par* MM. Ed. Bornet et Ch. Flahault. Paris, imp. Bourloton, 1885; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique.*)

Krakatau; par R. D. M. Verbeck; 1re partie. Batavia, imp. de l'Etat, 1885; in-8°.

Documents sur les falsifications des matières alimentaires et sur les travaux du Laboratoire municipal. (Deuxième Rapport). Paris, G. Masson, 1885; in-4°.

De l'intervention chirurgicale dans les tumeurs de la vessie chez l'homme; par M. P. Bazy. Paris, O. Doin, 1883; in-8°.

Du diagnostic des lésions des reins dans les affections des voies urinaires; par M. P. Bazy. Paris, O. Doin, 1880; in-8°. (Ces deux derniers Ouvrages sont renvoyés au concours Godard.)

Section des travaux géologiques du Portugal. Description de la faune jurassique du Portugal. Mollusques lamellibranches; par P. Choffat. Deuxième ordre: *Asiphonidæ;* 1re livraison. Lisbonne, 1885; in-4°.

Contributions of Meteorology; by Elias Loomis. New-Haven, Conn., 1885; in-4°.

Second geological Survey of Pensylvania. Report of Progress. Harrisburg, 1874-1884. 27 volumes in-8°, brochés ou reliés.

Geweihe und Gehörne naturwissenschaftliche; Studie von R. von Dombrowsky. Wien, Verlag von Carl Gevold, 1884; in-4°, avec planches.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. TRESCA
LE 24 JUIN 1885.

Discours de M. Maurice Lévy,
AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» On dirait presque que le Confrère éminent que la mort vient de nous enlever avait le dédain de la vie, tant il prenait peu de soin de la sienne, tant il écoutait peu les avertissements de la maladie.

» L'âge et la souffrance n'ont pu fléchir cette nature de fer. La mort l'a trouvé debout avec la fermeté d'âme antique; ni les inquiétudes de ses enfants, ni les conseils affectueux de ses amis n'avaient réussi à calmer, un seul instant, son ardeur au travail, son infatigable activité.

» Membre de l'Académie des Sciences, membre et plusieurs fois président de la Société des Ingénieurs civils, vice-président de la Société d'encouragement, membre du Conseil supérieur de l'enseignement technique, président du Conseil de perfectionnement de l'École Centrale, membre du Conseil du Conservatoire des Arts et Métiers, président de la Commission des poids et mesures, secrétaire de la Section française de la Commission du mètre, vice-président de la Société des Électriciens, membre et, depuis la mort de Le Verrier, président de la Commission d'unification de l'heure, il était partout présent et partout actif, préparé à toutes les questions, toujours prêt à prendre la parole en public ou dans les Commissions; véritable accapareur de travail, il commençait toujours par se charger de la part la plus lourde, ne trouvant jamais, quand l'intérêt de la Science ou le bien public étaient en cause, aucune tâche ingrate, aucun effort au-dessus de sa volonté.

» Vendredi dernier, il assistait à la réunion hebdomadaire de la Société des Ingénieurs civils, plein de vie, remplissant la séance de cette parole calme et persuasive, toujours écoutée, que l'Académie connaît si bien.

» En sortant de la salle, il s'affaissa pour ne plus se relever.

» Dimanche, il rendait le dernier soupir, sans avoir souffert, sans avoir repris connaissance.

» S'il avait eu à choisir sa mort, il l'eût souhaitée telle.

» Henri-Édouard Tresca est né à Dunkerque le 12 octobre 1814. Il fut reçu à l'École de Saint-Cyr en 1832; mais ses goûts et ses aptitudes pour les sciences le portaient tout naturellement vers l'École Polytechnique.

» Il y fut admis en 1833, après avoir remporté (au Concours général) le premier prix de Physique de la classe de Mathématiques spéciales. Il sortit de l'École dans les Ponts et Chaussées, mais n'y resta pas longtemps. Nommé élève-ingénieur en 1835, il donna sa démission en 1841 pour exercer la profession d'ingénieur civil.

» Il commença par la construction de deux usines pour la fabrication de l'acide stéarique et la distillation des huiles minérales, trouvant, chemin faisant, un nouveau moyen d'extraction des huiles et un vérin hydraulique portatif qu'il proposait d'appliquer au pesage des voitures sur les routes.

» Il cherchait alors sa voie. Mais un homme de sa trempe n'est pas long à découvrir le fil d'Ariane qui le conduira désormais sûrement dans le labyrinthe de la vie.

» Il le trouva à l'Exposition de Londres en 1850.

» C'était la première Exposition universelle. Tout était à créer.

» M. Tresca fut nommé ingénieur chargé du classement des produits français.

» Son activité et ses connaissances étendues appelèrent bien vite l'attention sur lui et, en 1852, il entra dans ce Conservatoire des Arts et Métiers, auquel il consacrera le meilleur de sa vie, auquel son nom, avec celui de Charles Dupin et du général Morin, restera attaché.

» En 1854, il succéda au général Morin dans sa chaire de Mécanique, fut nommé membre du jury chargé de désigner le personnel de nos Écoles d'arts et métiers et inspecteur de ces Écoles.

» Cette dernière fonction, il en fut investi à un moment où elle ne présentait rien d'enviable. Le choléra sévissait avec violence dans le midi de la France. M. Tresca part pour inspecter l'École d'Aix.

» La capitale de la Provence, d'habitude si animée et si exubérante, était plongée dans un silence morne; les rues désertes n'étaient parcourues que par de funèbres convois. M. Tresca fait l'inspection des services de l'École et prend, de concert avec le directeur, les mesures sanitaires exigées. Sa tâche remplie, il se rend à son hôtel.

» Là aussi, la table d'hôte était vide. M. Tresca y était seul.

» Un convive pourtant devait l'y rejoindre : c'était l'un des professeurs de l'École qu'il venait d'inspecter; mais il manqua au rendez-vous donné.

» Il venait de succomber à une attaque foudroyante.

» A cette nouvelle, sans peser la responsabilité qu'il assumait, M. Tresca retourne à l'École et, de sa propre autorité, en ordonne le licenciement.

» Un inspecteur, en France, n'a, et avec raison, aucun pouvoir propre.

» Si M. Tresca s'était borné à proposer le licenciement dans un rapport, il était certain, ayant agi régulièrement, d'obtenir l'approbation ministérielle.

» Il préféra celle de sa conscience.

» Il eut les deux.

» A partir de 1854, le nom de M. Tresca va grandissant et sa carrière s'élargissant rapidement. L'École Centrale et l'Institut agronomique, à l'exemple du Conservatoire, vont bientôt lui confier leurs cours de Mécanique appliquée. Ses expériences feront loi, non seulement en France,

mais aussi à l'étranger. Les architectes et les ingénieurs en accepteront les résultats et iront puiser largement dans ses procès-verbaux d'expériences, d'abord simplement manuscrits, et, plus tard, publiés, en grande partie, dans les *Annales du Conservatoire*, une de ses créations.

» Mais ce qu'il plaçait au-dessus de tous les services qu'il rendait ainsi à l'industrie, ce qui l'a préoccupé sans cesse, dans les vingt dernières années de sa vie, ce sont ses études nombreuses, variées, théoriques et appliquées sur ce qu'avec une grande audace, mais une parfaite justesse, il a appelé l'*écoulement des solides*.

» Ce n'est pas le lieu ici d'indiquer en détail les prodiges d'habileté qu'il a accomplis pour découvrir expérimentalement les lois de ces phénomènes. Nous dirons seulement qu'il est parvenu à pénétrer, en quelque sorte, à l'intérieur de la matière ductile, à y introduire des nuées d'éclaireurs qui lui rendaient un compte fidèle des modifications profondes qu'y déterminaient les colossales pressions auxquelles il la soumettait.

» Les résultats qu'il a obtenus démontrent une fois de plus l'unité des lois physiques et sont aussi importants à ce point de vue que par leurs applications industrielles.

» Personne n'ignore les services rendus par lui dans la Commission du mètre; mais ce que ceux-là seuls qui l'ont suivi peuvent apprécier, c'est le talent, la persévérance, le dévouement qu'il y a montrés.

» C'est lui qui, après une étude approfondie de tous les côtés de la question, a proposé la forme qui a été définitivement adoptée par la Commission internationale pour les mètres-étalons à distribuer à toutes les nations.

» Elle procure, à poids égal, une résistance vingt-cinq fois plus grande que l'étalon de nos Archives, ce qui fait, ainsi qu'il aimait à le dire, qu'on pourra se donner des coups de bâton avec son mètre sans l'altérer.

» Il semble que, chez M. Tresca, l'acuité d'esprit et l'aptitude à se mettre au courant de questions nouvelles n'aient fait que croître avec l'âge.

» Il en a donné une dernière preuve bien frappante lors de l'Exposition d'électricité de 1880.

» Il y entra novice et en sortit oracle.

» Parmi les physiciens de profession et de grand renom qui concoururent aux essais des appareils exposés, quoique non préparé, il prit immédiatement la tête; cela est si vrai que, depuis, il ne peut plus être question d'expériences à entreprendre sur la lumière électrique ou le transport de la force par l'électricité sans que son nom vienne sur toutes les lèvres.

» A l'avenir il n'en sera plus parlé sans qu'un soupir s'échappe de tous les cœurs, et les électriciens se joindront aux mécaniciens pour pleurer sur une aussi grande perte.

» Les humbles et les débutants de la Science la pleureront aussi, car ils sont nombreux ceux à qui il a rendu service. Son cabinet du Conservatoire était envahi par les demandeurs, même après qu'il eut cessé d'y remplir des fonctions administratives. Tous recevaient un accueil bienveillant et, pour peu qu'ils en fussent dignes, satisfaction.

» Adieu, cher Confrère et vénéré Maître. Ta vie qui n'est qu'un labeur ininterrompu, un effort incessant et désintéressé vers le bien, sera un grand exemple pour tous.

» Ton nom honoré reste représenté par tes trois fils, dignes tous les trois de le porter. Deux d'entre eux t'ont secondé avec un dévouement sans bornes et sont, sur bien des points, les héritiers de ton œuvre qu'ils connaissent dans ses moindres détails; le troisième, sorti avec éclat de l'École Polytechnique, est aujourd'hui ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

» Tu laisseras un grand vide, non seulement à l'Académie des Sciences, mais partout où tu as passé.

» Nous qui t'avons suivi dans ta superbe carrière, dans ta prodigieuse activité, nous le savons.

» Tous l'apprendront.

» Adieu. »

Discours de M. Haton de la Goupillière,

au nom de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

« Messieurs,

» La Société d'encouragement pour l'industrie nationale vient de faire l'une des pertes les plus sensibles qu'il pût lui être donné d'éprouver. M. Tresca, son vice-président, était, pour notre Comité des Sciences mécaniques, l'un des pionniers les plus dévoués et les plus infatigables. Membre de la Société depuis 1855, il a, pendant ces trente années, tracé dans l'œuvre commune un sillon profond et ineffaçable. D'un esprit perspicace pour l'analyse, d'un jugement net dans les conclusions, mettant un caractère ferme et loyal au service de ses convictions, il apportait dans nos

travaux un concours doublement précieux, comme savant et comme expérimentateur. La Société d'encouragement ne se limite pas, en effet, aux questions que le savoir suffit à résoudre directement; des expériences, spéciales à chaque cas, deviennent parfois nécessaires. M. Tresca y excellait, comme nous le savons tous. Expérimentateur de premier ordre, il pouvait revendiquer tout entier le mérite du secours qu'il nous apportait sous cette forme; car les moyens d'action que lui fournissait, au Conservatoire des Arts et Métiers, la galerie des machines en mouvement, avaient été créés par lui, et il les mettait en œuvre avec l'aide de ses fils, ces ingénieurs si distingués qu'il a formés à son école.

» Les Rapports dont il a enrichi le *Bulletin* de la Société dépassent le nombre de cent. Bornons-nous à citer au hasard un important Travail sur l'histoire et l'avenir des moteurs à gaz, ses expériences sur la machine à air chaud de Belou, sur la roue Sagebien, l'accumulateur Armstrong, le régulateur Farcot, sur la résistance comparative des diverses sortes de courroies, sur la flexion et la torsion poussées au delà des limites d'élasticité. Notre *Bulletin*, dont il était le fécond pourvoyeur, a, le premier, donné asile à son beau Mémoire sur le rabotage des métaux, qu'a depuis revendiqué la collection des Mémoires de l'Institut. Des voix autorisées vous ont retracé tout à l'heure l'œuvre considérable de science générale accomplie par Henri Tresca. J'évite d'y revenir, de peur d'en affaiblir l'écho, et parce que le riche tribut qu'a reçu en propre la Société d'encouragement constitue à lui seul une œuvre complète, dont il me suffit de rappeler toute la valeur.

» La Société n'a pas voulu être ingrate envers celui qui a tant fait pour elle, et l'a appelé l'année dernière à la vice-présidence de son Conseil. Que l'hommage douloureux déposé sur cette tombe par ses collègues puisse apporter à cette famille si dévouée à son chef quelque adoucissement pour les déchirements de la première heure! Quant à nous, qui l'aimions, et qui ne possédons plus que son souvenir, nous remettons avec confiance au Dieu de justice celui qui a poursuivi avec tant d'ardeur la justice et la vérité! »

FIN DU TOME CENTIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1885.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME C.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
10087 Paris. — Quai des Augustins, 55.